


ఐజాక్ అసిమోవ్
రాసిన
'ఎలా తెలుసుకున్నాం'
32 పుస్తకాలు చదవండి !!


ISBN 978-81-906128-5-2
9 788190 612852

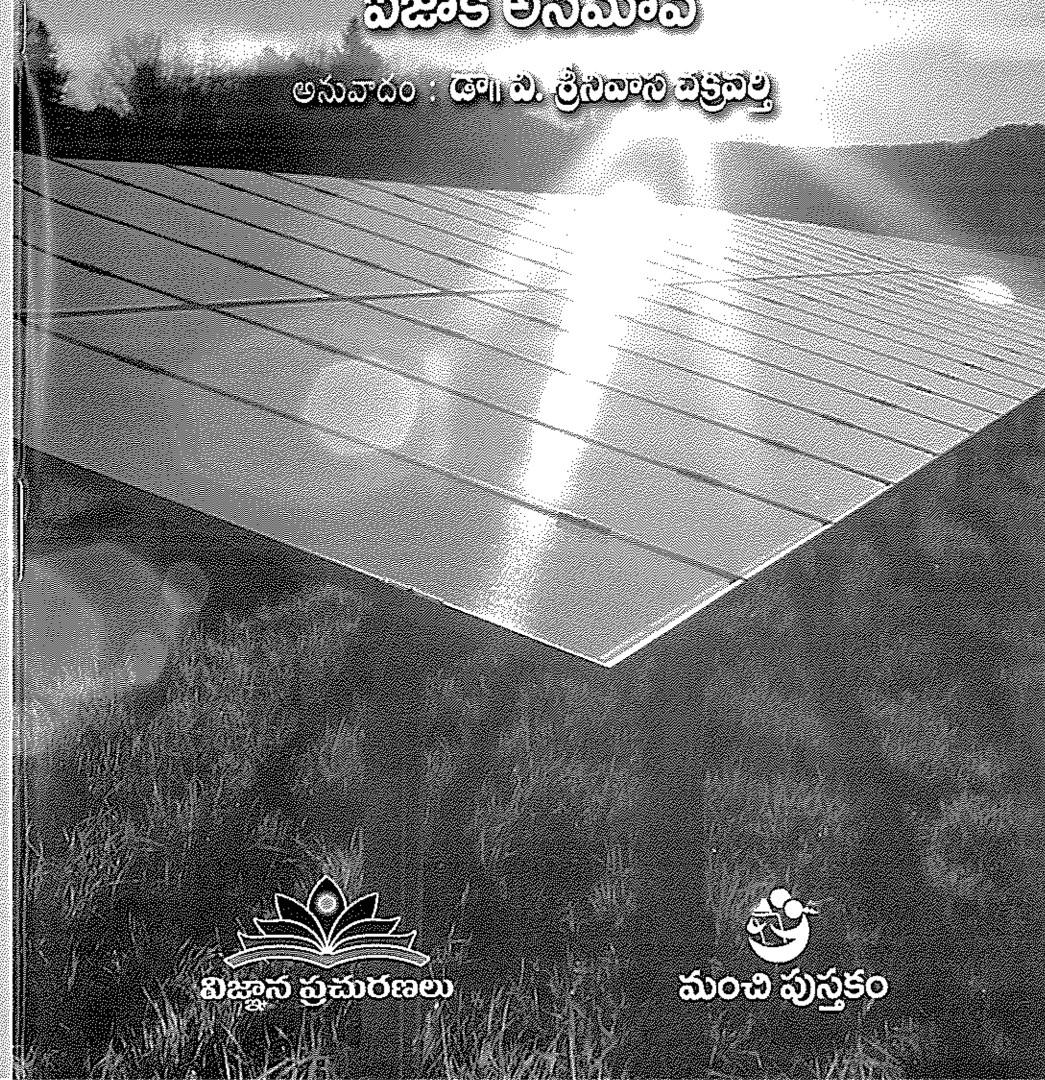



ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 9

# సౌరశక్తి

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా॥ ఎ. శ్రీనివాస చక్రవర్తి




విజ్ఞాన ప్రచురణలు


మంచి పుస్తకం

ఎలా తెలుసుకున్నాం?-9

# సౌరశక్తి

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి


విజ్ఞాన ప్రచురణలు


మంచి పుస్తకం

How Did We Find Out SOLAR POWER? by Isaac Asimov

ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 9

**సౌరశక్తి**

రచయిత : ఐజాక్ అసిమోవ్
అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి
మొదటి ముద్రణ : ఫిబ్రవరి, 2008
రెండవ ముద్రణ : నవంబరు, 2012
మూడవ ముద్రణ : నవంబరు, 2017
ప్రతుల సంఖ్య : 2000

**వెల : రూ. 25/-**

ISBN No. 978-81-906128-5-2

ప్రచురణ, ప్రతులకు :
**విజ్ఞాన ప్రచురణలు**
**ప్రజా సైన్స్ వేదిక**
జి. మాల్యాద్రి, ప్రచురణల విభాగం
162, విజయలక్ష్మీనగర్, నెల్లూరు - 524 004,
ఫోన్: 94405 03061

**మంచి పుస్తకం**
12-13-439, వీధి నెం. 1,
తార్నాక, సికింద్రాబాద్ - 500 017.
ఫోను: 94907 46614
email: info@manchipustakam.in
website: www.manchipustakam.in

ముద్రణ :
చరిత ఇంప్రెషన్స్,
1-9-1126/బి, అజామాబాద్,
హైదరాబాద్-20. ఫోన్: 040-2767 8411

## విషయ సూచిక

# 1. సూర్యరశ్మి

సూర్యరశ్మిలో ఉండే శక్తినే సౌరశక్తి అంటారు. అనాదిగా ఆ శక్తిని జీవరాశులు వినియోగిస్తూ వస్తున్నాయి. ఒక విధంగా చూస్తే మనకున్న ఏకైక శక్తి సౌరశక్తి మాత్రమే. సూర్యరశ్మిని ఉపయోగించి పచ్చని మొక్కలు నీటిలో ఉన్న రెండు అంశాలని – ఆక్సిజన్, హైడ్రోజెన్లని వేరు చేస్తాయి. అలా నీటి నుండి వచ్చే హైడ్రోజెన్‌ని, గాలి నుండి కార్బన్‌డైయాక్సయిడ్ (బొగ్గుపులుసు వాయువు) ని, తదితర ఖనిజాలతో కలిపి మొక్క తనకి కావలసిన పదార్థాలని తయారు చేసుకుంటుంది. అలా తయారైన పదార్థం జంతువులకి, మనకి కూడా ఆహారంగా పనికొస్తుంది. మనం వాడుకునే కలప, కట్టెలు కూడా అలాగే తయారవుతాయి.

నీరు విభజించబడ్డప్పుడు పుట్టిన ఆక్సిజన్ గాల్లోకి పోతుంది. దాన్ని పీలుస్తున్నాం గనుకనే జంతువులు, మనమూ సజీవంగా ఉండగలుగుతున్నాం.

ఎన్నో కోట్ల ఏళ్ల క్రితం బతికిన మొక్కలు భూమి అడుక్కి పోయి అక్కడ బొగ్గుగా మారిపోయాయి. తమ కన్నా చిన్న చిన్న పచ్చని మొక్కలని తింటూ సముద్రంలో బతికే జంతుకణాలు సముద్రపు అడుగున పూడుకుపోయి అక్కడ చమురుగాను, సహజ వాయువులుగాను మారిపోయాయి. అంటే మనం రోజూ వాడే బొగ్గు, చమురు, వంటగ్యాస్‌లు చాలా చాలా కాలం క్రితం సూర్యరశ్మి మూలంగా పుట్టినవే.

అలాగే సూర్యరశ్మిలో ఉండే వేడిమి వల్ల గాలి వేడెక్కుతుంది. అయితే ఈ వేడి అన్నిచోట్లా సమానంగా ఉండదు. రోజులో, సంవత్సరంలో ఒక్కో

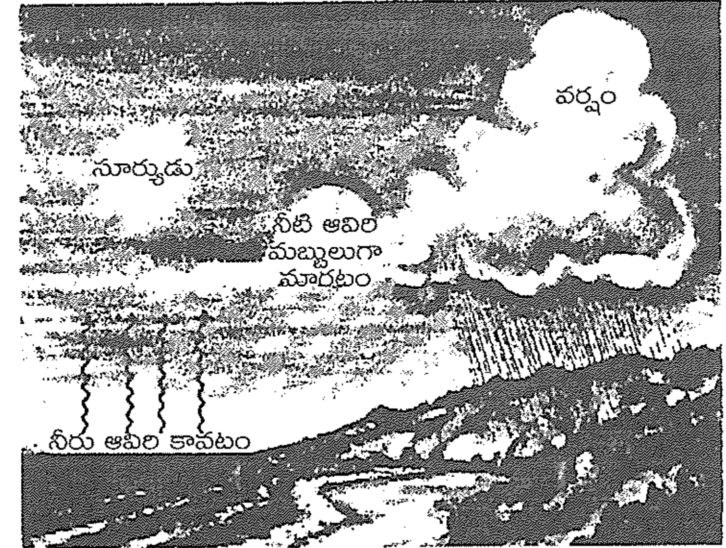




సమయంలో, ఒక్కో ప్రాంతంలో ఒక్కో విధంగా గాలి వేడుక్కుతూ ఉంటుంది. అంటే ఒక చోట వేడిగాలి ఉంటే, మరో చోట చల్లనిగాలి ఉంటుందన్నమాట. చల్లగాలి కన్నా వేడిగాలి తేలికగా ఉంటుంది. కాబట్టి పైకి లేస్తుంది, చల్లగాలి కిందికి దిగుతుంది. ఈ విధంగా గాలి వీస్తుంది. వీచే గాలి నుండి శక్తిని రాబట్టవచ్చు.

సూర్యరశ్మివల్ల సముద్రపు నీరు ఆవిరి అవుతుంది. ఆ తేమ గాల్లోకి లేచి మబ్బులుగా మారుతుంది. అనుకూల పరిస్థితులు ఏర్పడ్డప్పుడు మేఘాల్లోని నీటి బిందువులు కలిసి పెద్ద బొట్లై వర్షంగా కురుస్తాయి. కిందపడ్డ వర్షపు నీరు నేలమీద ప్రవహించి తిరిగి సముద్రంలో కలుస్తుంది. అలా ఉరికే నదుల నుండి, దూకే జలపాతాల నుండి కూడా శక్తిని రాబట్టవచ్చు.

కాబట్టి మనకి లభ్యం అయ్యే శక్తి వనరులన్నిటికి సూర్యరశ్మే మూలం అని తెలుతుంది. కాని ఈ రోజుల్లో సౌరశక్తి అన్నప్పుడు ఈ శక్తుల గురించి మాట్లాడడం లేదు. సౌరశక్తి అంటే భూమికి చేరే సూర్యరశ్మిలోని వేడిమి, కాంతి అన్నమాట. సౌరశక్తి అంటే వర్షం, గాలి, బొగ్గు, చమురు, పచ్చని మొక్కలు ఇవి కావు. సౌరశక్తి అంటే సూర్యరశ్మి, సూర్యరశ్మిలోని మూలశక్తి.




**నీటి చక్రం**

సూర్యుడి నుండి భూమికి ఎనలేని శక్తి ప్రవహిస్తూ ఉంటుంది. భూమిలో చమురు, బొగ్గు, సహజ వాయువుల రూపంలో ఉన్న మొత్తం శక్తి వనరుల కన్నా సూర్యరశ్మి రూపంలో ఏటా భూమికి చేరే శక్తి 130 రెట్లు ఎక్కువ.

అంతేకాదు. అంత గొప్ప శక్తి ఏటేటా నిరంతరంగా భూమికి దిగి వస్తూ ఉంటుంది. శాస్త్రవేత్తల అంచనాలు సరైనవే అయితే ఈ ప్రవాహం 5-6 వందల కోట్ల సంవత్సరాల పాటు తెంపు లేకుండా సాగుతుంది.

సూర్యరశ్మిలో కొంత భాగం వాతావరణాన్ని వేడెక్కిస్తుంది, తుఫానులని, వీచే గాలులని సృష్టిస్తుంది. కొంతభాగం సముద్రాల నీటిని ఆవిరయ్యేట్టు చేస్తుంది. కొంతభాగం మొక్కలు తీసుకుంటాయి. కాని ఇదంతా కలిసినా భూమికి వచ్చే సూర్యరశ్మిలో చాలా చిన్నభాగమే అవుతుంది. సూర్యరశ్మిలో అధిక భాగం భూమిని తాకుతుంది.

భూమిని తాకే సూర్యరశ్మి వృధా అయ్యిందని కాదు. దానివల్ల భూమి వెచ్చబడుతుంది. అది లేకుంటే భూమి చల్లగా మిగిలిపోతుంది. అంతా మంచుగా గడ్డ కట్టుకుపోతుంది. జీవనం అసాధ్యమవుతుంది.

అలా భూమి ప్రతిరోజూ సూర్యతాపాన్ని గ్రహిస్తూ పోతే, భూమి ఉష్ణోగ్రత పెరిగి ఏదో ఒకరోజుకి అంతా ఆ వేడికి కరిగిపోతుంది. పృథ్వీ జీవనం సర్వనాశనం అవుతుంది. కాని అదృష్టవశాత్తు భూమి ఆ శక్తిని ప్రతీరాత్రి ఆకాశంలోకి వెలువరిస్తుంది.

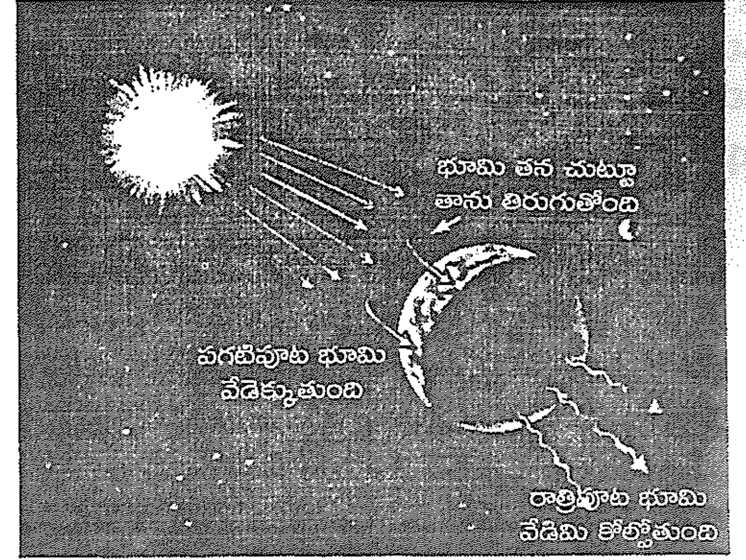
ఆ విధంగా పగలు సేకరింపబడ్డ శక్తి రాత్రి వెలువరించబడడం వల్ల భూమి సగటు ఉష్ణోగ్రత మారకుండా నిశ్చలంగా ఉంటోంది.

అలా గ్రహించిన శక్తిలో కొంతభాగం మనం వాడుకుంటే? దానివల్ల మునుపటి సమతూకం చెదరి భూమికి ముప్పు వాటిల్లుతుంది అంటారా?

లేదు. ఆ శక్తిని పూర్తిగా వాడుకోలేం. దానిని కేవలం మరో రూపంలోకి రూపాంతరీకరించగలం. సూర్యతేజంలో కొంత శక్తిని వాడుకున్నా, ఆ శక్తి కూడా చివరికి పృథ్వీ తాపంగా మారాల్సిందే. అయితే ఆ మార్పు జరిగే లోపు దాన్ని వాడుకోగలుగుతాం అంతే.

జలపాతం కింద నించుని స్నానం చెయ్యడం లాంటిది ఇది. ఒంటికి సబ్బు రాసుకుని జలపాతం కింద నించున్నాం అనుకోండి. కిందపడే నీరు






**సూర్యుడి వల్ల భూమి వేడెక్కుతుంది**

మన ఒంటిమీద నురగని కడిగేస్తుంది. అలా నురగని కడిగిన నీరు తిరిగి కింద నున్న నదీ ప్రవాహంలో కలిసిపోతుంది. కాబట్టి పైనుండి వచ్చిన నీరు చివరికి నదీ ప్రవాహంలో కలిసిపోతుంది. పైనుండి వచ్చే నీరు చివరికి నదీ జలంగా మారాల్సిందే. అయితే ఆ మధ్యలో మనం వాడుకుంటున్నాం.

అయితే మనం మామూలుగా కూడా సూర్యరశ్మిని ఎన్నో రకాలుగా వాడుకుంటాం. బాగా చలిగా ఉన్న రోజుల్లో రోడ్డు మీద ఎండ పడుతున్న వైపు నడుస్తాం. దానివల్ల శరీరం వెచ్చబడి హాయిగా ఉంటుంది.

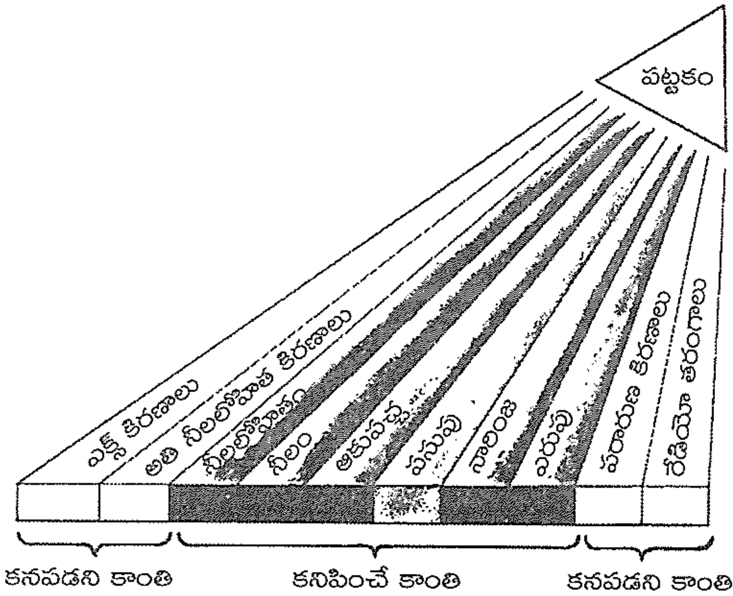
శీతల ప్రాంతాల్లో కట్టే ఇళ్ళని ప్రాచీన కాలం నుండి ముఖద్వారం దక్షిణ దిశగా ఉండేట్టుగా కట్టేవారు. అలా కట్టడంవల్ల సూర్యతేజం ఇంట్లోకి ప్రవేశిస్తుంది. చలికాలంలో, సాయంకాల ఆకాశంలో సూర్యుడు చాలా కిందికి ఉన్నప్పుడు వెచ్చదనం అవసరం కాబట్టి, ఇళ్ల దక్షిణ భాగాలు తెరచి ఉంటే తేజాన్ని లోనికి రానిస్తాయి.

అయితే తెరచి వున్న ఇళ్ళలోకి సూర్యతేజం మాత్రమే కాదు, చలిగాలి, వర్షం, వడగళ్లు, మంచు అన్నీ ప్రవేశిస్తాయి. రోమన్ సామ్రాజ్యపు కాలంలో

ఇళ్లకి అద్దంతో చేసిన తలుపులు, కిటికీలు వాడేవారు. దానివల్ల సూర్యతేజం లోపలికి వచ్చేది, లోపలి గాలిని వేడెక్కించేది. కాని ఆ వెచ్చనిగాలి బయటికి పోగలిగేది కాదు.

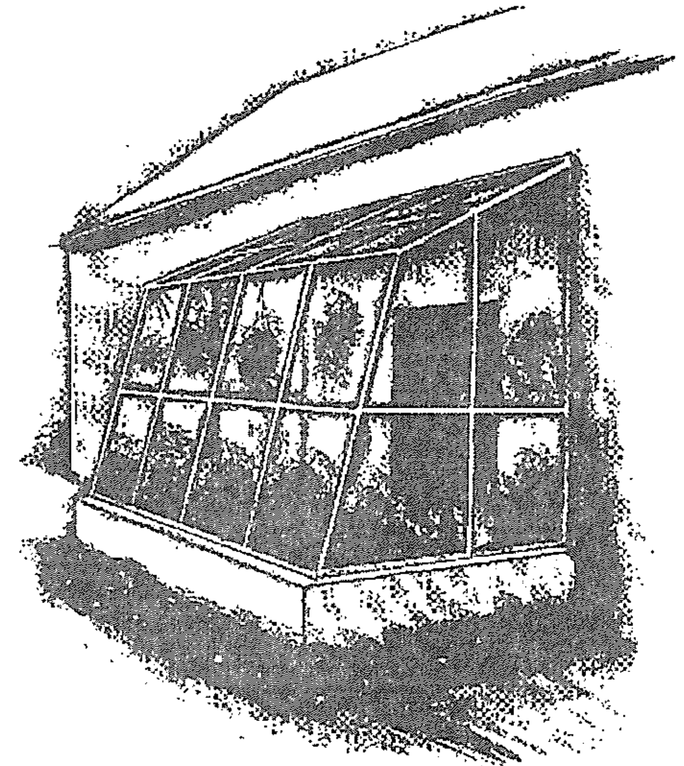
**సూర్యకాంతి**




వెచ్చని గాలి నుండి ఉష్ణం పరారుణ (infrared) తరంగాలుగా బయటికి పోతుంది. పరారుణ తరంగాలు పొడవైన తరంగాలు. వాటికి మన కళ్ల మీద ప్రభావం ఉండదు. కాబట్టి మనం వాటిని చూడలేం. సూర్యతేజంలో దృశ్య కాంతి తరంగాలలో పొడవు తక్కువ ఉన్న తరంగాలు గాజులోంచి లోపలికి ప్రవేశిస్తాయి. కాని లోపల ఉన్న పరారుణ తరంగాలు అద్దంలోంచి బయటికి పోలేవు. దానివల్ల ఇంటి లోపల వెచ్చగా ఉంటుంది.





**గ్రీన్ హౌస్**

రోమన్లు గాజుతో చేసిన ఇళ్లల్లో మొక్కలు పెంచేవారు. బయట చలిగా ఉన్నా లోపల వెచ్చగా ఉంటుంది. కాబట్టి మొక్కలు బాగా పెరిగేవి. ఈ అద్దపు కట్టడాలనే గ్రీన్ హౌస్ (హరిత గృహం) అంటారు. ఎందుకంటే ఈ గృహాలలో మొక్కలు అంత చలిలో కూడా పచ్చగా మనగలుగుతాయి. ఆ విధంగా గాజు (లేదా అద్దం వంటి తదితర పదార్థాల) వల్ల కాంతిని లోపల బంధించే ప్రక్రియనే గ్రీన్ హౌస్ ప్రక్రియ అంటారు.

రోమన్ సామ్రాజ్య పతనం తరువాత హరిత గృహాలని మరచిపోయారు. కాని ఆధునిక యుగంలో జనం వాటిని తిరిగి కనుక్కున్నారు.

# 2. అద్దాలు - ఉష్ణపేటికలు

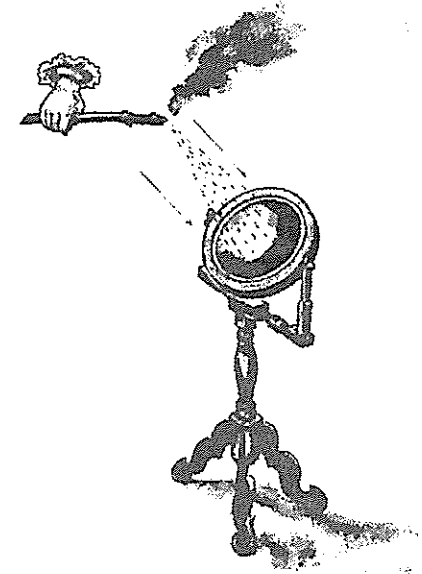
సూర్యకాంతిని ఒక చిన్న ప్రాంతంలోకి కేంద్రీకరించడానికి ఏవైనా పద్ధతులు ఉన్నాయా? అలా చేస్తే చిన్న ప్రాంతంలోకి బోలెడంత శక్తి ప్రవేశిస్తుంది. దాని వల్ల ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంది. ఆ శక్తిని మరింత సమర్థంగా ఉపయోగించుకోవచ్చు.

బాగా మెరుగుపట్టిన పుటాకారపు లోహపు తలం నుండి కాంతి పరావర్తనం చెంది, ఒక బిందువు వద్ద కేంద్రీకృతం అవుతుంది అన్న విషయం ప్రాచీన గ్రీకులకి, ప్రాచీన చీనీయులకి కూడా తెలుసు. సూర్యకిరణాలు సమాంతర రేఖలుగా లోహపుటద్దం మీద ఎక్కడపడినా కేంద్రం వైపుగా పరావర్తనం చెందుతాయి కాబట్టి అన్నీ ఒక బిందువు వద్ద కలుస్తాయి.

అలా పరావర్తనం చెందిన కిరణాలు కలిసే బిందువునే నాభి (focus) అంటారు. అది కుంపటి అన్న అర్థం గల లాటిన్ పదం నుండి వచ్చింది. నాభి వద్ద ఉష్ణోగ్రత చాలా ఎక్కువై అక్కడ పెట్టిన వస్తువులు మండుతాయి. అందుకే దానికి ఆ పేరు పెట్టారు.

ఇలాంటి ప్రయోజనాల కోసం వాడిన మొట్టమొదటి పుటాకార అద్దాలు అర్ధగోళాలు. వీటి నుండి పరావర్తనం చెందిన కిరణాలు ఒక బిందువు వద్ద కలిసేవి కావు. రమారమి క్రీస్తుపూర్వం 230 సంవత్సరంలో దోవియస్ అనే గ్రీకు గణిత శాస్త్రవేత్త పరావలయపు (paraboloid) అద్దాలు అయితే ఇంకా





**మంట పుట్టించటానికి మధ్యయుగాలలో ఉపయోగించిన అద్దం**

బాగా పనిచేస్తాయని కనుక్కున్నాడు. ఈ పరావలయం అర్ధగోళంలా ఉండదు. గుడ్డు అడుగుభాగంలా ఉంటుంది.

పరావలయం నుండి పరావర్తనం చెందిన సూర్యకిరణాలు అన్నీ ఒక బిందువు వద్ద కచ్చితంగా కేంద్రీకృతం అవుతాయి. ఆ బిందువు వద్ద ఉష్ణోగ్రత బాగా ఎక్కువగా ఉంటుంది.

అయితే కచ్చితమైన, దోషంలేని పరావలయపుటాకారం గల అద్దంలో, దాని మీద పడ్డ కాంతి అంతటినీ వృథా పోకుండా ఒక బిందువు వద్ద కేంద్రీకరించగలిగితే ఉష్ణోగ్రత సూర్యుడి ఉపరితలం మీద ఉష్ణోగ్రతను సమీపిస్తుందని నేడు మనకు తెలుసు. అక్కడ ఉష్ణోగ్రత 6000 డిగ్రీల సెల్సియస్ దాకా పోగలదు. అంత వేడిలో ఎలాంటి పదార్థాన్నయినా మండించగలం, కరిగించగలం, మరిగించగలం. అలాంటి అద్దాలని సోలార్ ఫర్నేసెస్ (సౌర కొలిమి) అంటారు.

ప్రాచీన గ్రీకులకి అలాంటి అద్దాలని తయారుచెయ్యడం చేతకాలేదు. ఆధునిక యుగం వరకు అసలు ఎవరూ అంత నిర్దుష్టమైన అద్దాలని తయారు

చెయ్యలేక పోయారు. అయినా కూడా గ్రీకు గణితశాస్త్రవేత్త ఆర్కిమిడీస్ ఆ కాలంలో చాలామంచి అద్దాలనే తయారుచెయ్యగలిగాడని చరిత్ర చెబుతుంది. క్రీ.పూ. 214లో రోమన్ ఓడలు సిసిలీ తీరం మీద ఉన్న సిరక్యూస్ నగరం మీద దాడి చేసినప్పుడు ఆ అద్దాలతో కాంతిని ఓడలమీదకి కేంద్రీకరించి వాటిని దగ్ధం చేశాడంటారు.



**అల్హజెన్ పుస్తకంలోని ఒక బొమ్మ**

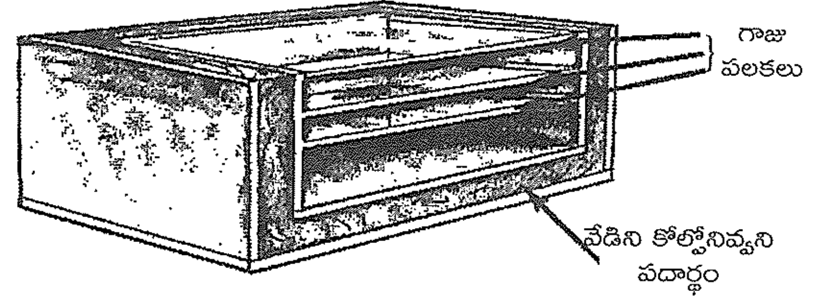
ఆర్కిమిడీస్ గురించిన ఈ ఉదంతం నిజం కాకపోవచ్చు. కాని సౌరశక్తిని యుద్ధ ప్రయోజనాల కోసం వాడకోవచ్చని మనుషులు ఊహించేవారని నేడు మనకి తెలుస్తోంది. క్రీ.శ.1000 ప్రాంతాల్లో అల్హజెన్ అనే అరబిక్ శాస్త్రవేత్త ఈజిప్ట్ దేశంలో జీవించేవాడు. అతడు కాంతి గురించి, పారాబోలాయిడ్ అద్దాలతో కాంతిని కేంద్రీకరించడం గురించి వర్ణిస్తూ ఒక పుస్తకం రాశాడు. క్రీ.శ.1250లో అల్హజెన్ పుస్తకం చదివిన ఇంగ్లీష్ పండితుడు రోజర్ బాకన్ అలాంటి అద్దాలతో ముస్లిమ్ సేనలు క్రైస్తవ సేనల మీద దాడి చేస్తాయేమోనని అనుమానపడ్డాడు. ఆ అద్దాలని క్రైస్తవులే ముందు నిర్మించాలని సూచించాడు.



యుద్ధ ప్రయోజనాలకి తగ్గ అద్దాల నిర్మాణం ఎప్పుడూ జరగలేదు. కాని చిన్న అద్దాలని మాత్రం తయారుచేసేవారు. లోహపు ముక్కలని కరిగించడానికి వాటిని వాడేవారు. ఎంతోదూరంలో ఉన్నా వస్తువులని నాశనం చెయ్యగల పెద్ద పెద్ద అద్దాలని తయారుచెయ్యడం చాలా కష్టం అయ్యింది.

అయితే సూర్యకాంతిని కేంద్రీకరించడానికి ఇతర పద్ధతులు లేకపోలేదు. రోమన్లు వాడిన హరిత గృహాల గురించి మళ్లీ తెలిశాక ఆ గృహాల నిర్మాణం మళ్లీ మొదలయ్యింది.




**సోసూర్ తయారు చేసిన వేడిపెట్టె అడ్డకోత**

1767లో హోరేస్ సోసూర్ అనే స్విస్ శాస్త్రవేత్త ఒక దాంట్లో ఒకటి ఉంచిన అద్దపు పెట్టెలని తయారు చేశాడు. బయటి పెట్టెల్లో కన్నా లోపలి పెట్టెల్లో ఎక్కువ వేడి బంధించబడేది. అన్నిటికన్నా లోపల ఉన్న పెట్టెల్లో నీటిని మరిగించేటంత స్థాయికి ఉష్ణోగ్రత చేరేది.



**సర్ జాన్ హెర్షెల్**

ఇలాంటి ఉష్ణపేటికలలోని కొత్తదనం చూసి సరదాపడ్డవారు ఉన్నారు. 1830లలో జాన్ హెర్షెల్ అనే ఇంగ్లీష్ ఖగోళశాస్త్రవేత్త దక్షిణ ఆఫ్రికాలోని ఒక ప్రాంతం నుండి నక్షత్రాలని పరిశీలించేవాడు. అక్కడ ఉండే రోజుల్లో వంట చేసుకోడానికని సరదాగా ఒక ఉష్ణపేటికని నిర్మించుకున్నాడు. అది కేవలం సూర్యతాపం మీద పనిచేస్తుంది.

అయితే వంపుటద్దాలని, ఉష్ణపేటికలని తయారు చెయ్యడం అంత తేలిక కాదు. దానికన్నా ఏ వంట చెరకుతోనో, బొగ్గుతోనో, వంట చేసుకోవడం, లోహాలని కరిగించడం తేలిక. చాలామంది అలాగే చేసేవారు.

1769లో స్కాట్లండ్‌కి చెందిన ఇంజనీర్ జేమ్స్ వాట్ ఓ చక్కని ఆవిరి యంత్రాన్ని తయారుచేశాడు. ఆ ఆవిరి యంత్రంలో వంట చెరుకుని గాని,



బొగ్గుని గాని ఉపయోగించి ఓ లోహపు పాత్రలో నీటిని మరిగించేవారు. ఆ మరిగే నీటి నుండి పుట్టిన ఆవిరి వ్యాకోచించి, లోహపు కడ్డీలని అటు ఇటు కదిలించేది. ఆ కదిలే కడ్డీలు చక్రాలని తిప్పి యంత్రాన్ని నడిపించేవి.

అలా మొదలైన ఆవిరి యంత్రాలకి త్వరగా మెరుగులు దిద్ది, సామర్థ్యాన్ని పెంచుతూ వచ్చారు. 1800 కల్లా ఇంగ్లాండులో ఇంచుమించు 500 ఆవిరి యంత్రాలు పనిచేస్తూ ఉండేవి. క్రమేపీ యూరప్‌కి, అమెరికాకి కూడా వాటి వినియోగం వ్యాపిస్తూ వచ్చింది.

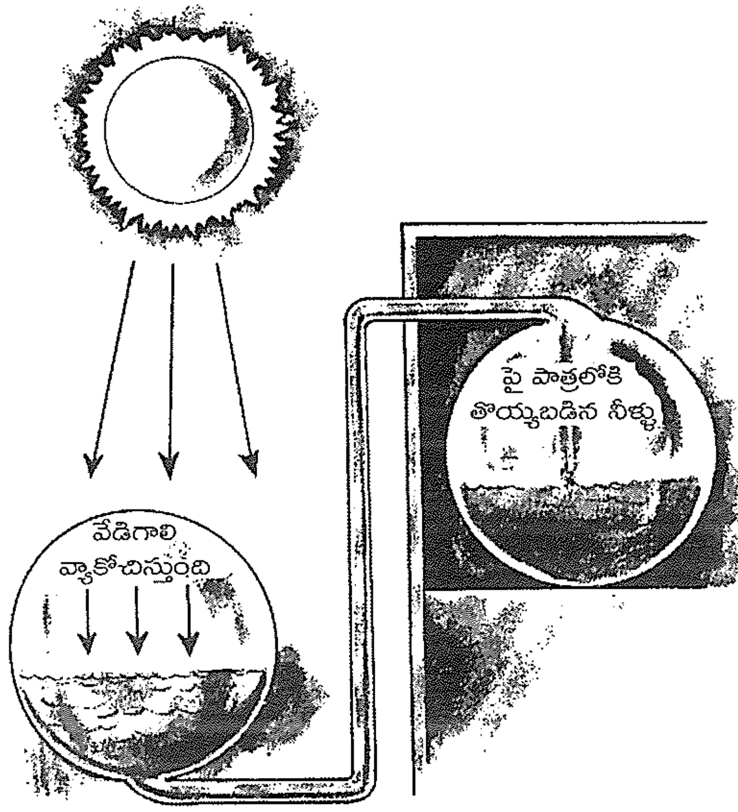
అంతవరకు మనుషుల, జంతువుల కండబలంతో జరిగిన పనులన్నీ ఈ ఆవిరి యంత్రాలు చెయ్యడం మొదలుపెట్టాయి. సముద్రం మీద ఓడలను చోదించే చక్రాలని ఈ ఆవిరి యంత్రాలు నడిపించసాగాయి. ఈ ఆవిరి యంత్రాల సహాయంతో పట్టాలమీద రైళ్లు పరుగెత్తసాగాయి.

ఆ విధంగా ఆవిరి యంత్రాల మూలంగా పారిశ్రామిక విప్లవం మొదలయ్యింది. మానవ జీవన విధానంలో మౌలిక మార్పు వచ్చింది.

ఆవిరి యంత్రాలు పనిచెయ్యాలంటే కట్టెలనో, బొగ్గునో మండిస్తూ ఉండాలి. అయితే కొన్ని ప్రాంతాల్లో తగినంత బొగ్గు, కర్ర లభ్యం అయ్యేవి కావు. ఎంతో దూరాల నుండీ బొగ్గును, కట్టెలను రవాణా చెయ్యాల్సి వచ్చేది. మరి ఆవిరి తయారీకి ఇంతకన్నా మేలైన విధానమే లేదా?

సూర్యకాంతితో నీటిని మరిగించి ఆవిరి యంత్రాలు తయారు చెయ్యలేమా? అలా చెయ్యగలిగితే సౌరయంత్రం తయారైనట్టే. సూర్యకాంతిని ఉపయోగించి పనులు చేసుకున్నట్టు అవుతుంది. సూర్యకాంతి ఉచితంగా ప్రతీచోట దొరుకుతుంది. కాబట్టి అదే సాధ్యమైతే చాలా గొప్ప విశేషమే!

ప్రాచీన కాలంలో కూడా సౌరశక్తిని ఈ విధంగా ఉపయోగించుకున్నారు అనడానికి దాఖలాలు ఉన్నాయి. మొట్టమొదటి రోమన్ చక్రవర్తుల కాలంలో జీవించిన గ్రీక్ ఇంజినీరు హీరో అలాంటి ఓ ఉపకరణాన్ని తయారు చేశాడు. రెండు పాత్రలని ఒక గొట్టంతో కలిపాడు. ఒక పాత్ర అడుగున నీరు వుంటుంది. ఆ పాత్ర అడుగుభాగాన్ని రెండవ పాత్ర పైభాగంతో కలుపుతూ గొట్టం అమర్చి ఉంటుంది. ఇప్పుడు నీరు ఉన్న పాత్రని ఎండలో పెడితే, దాని లోపల గాలి వ్యాకోచించి పాత్రలోని నీటిని పై పాత్రలోకి బలంగా తోస్తుంది.




**హీరో పరికరం**

ఆ విధంగా సౌరశక్తిని ఉపయోగించి నీటిని పైకెత్తగలిగేవారు. అయితే హీరో తయారుచేసిన సాధనం ఓ ఆటబొమ్మలాంటిది మాత్రమే.

అదే విధంగా సూర్యతాపం వల్ల వ్యాకోచించే గాలిని వేణువులోంచి పోనిచ్చి సంగీతాన్ని పుట్టించవచ్చు. మీద ఎండపడితే సంగీతం పుట్టించే విగ్రహాలు ప్రాచీన కాలంలో ఉండేవి. అదేదో మహత్యం అనుకునేవారు. ఆ విగ్రహాలని ఆరాధించేవారు. కాని అది కేవలం ఎండ వేడికి వ్యాకోచించే గాలి మహత్యం మాత్రమే!

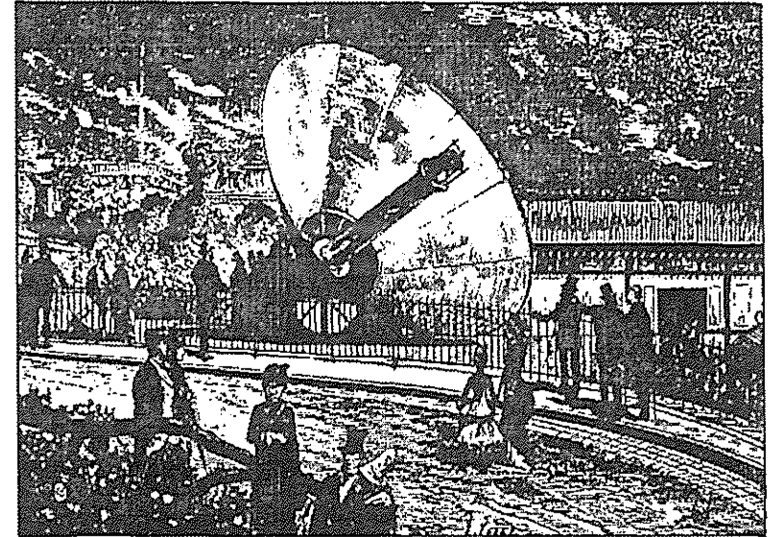
సౌరయంత్రాల మీద నిజంగా ధ్యాస మళ్లించిన ఆధునికుడు అగస్టిన్ మూషో అనే ఫ్రెంచ్ దేశస్థుడు. 1861లో అతడు మునుపటి కన్నా మెరుగైన



ఉష్ణపేటికలు తయారుచేశాడు. వంపు తిరిగిన అద్దం ద్వారా కేంద్రీకృతమైన సూర్యకాంతి ఆ పెట్టెల మీద పడేట్టు చేశాడు.

హీరో చేసినట్టే ఇతడు కూడా తన యంత్రాన్ని ఉపయోగించి నీటిని పంపు చెయ్యగలిగేవాడు. హీరో యంత్రం కన్నా ఈ యంత్రం మరింత వేగంగా హెచ్చు మోతాదుల్లో నీటిని పంపు చెయ్యగలిగేది. హెర్షెల్ చేసినట్టే ఇతడు కూడా ఆ యంత్రాన్ని వంటకి వాడాడు. వైన్‌ని మరిగించి ఆల్కహాల్ తయారీలో కూడా ఆ యంత్రాన్ని వాడాడు.

ఆవిరి యంత్రాన్ని నడిపించడానికి కావలసినంత వేగంగా నీటిని మరిగించగలిగేటంత పెద్ద ఉష్ణపేటిక నిర్మాణం 1866 దాకా మూషోకి సాధ్యం కాలేదు.



**మూషో రూపొందించిన సౌర యంత్రం, పారిస్ 1878**

కానీ ఆ యంత్రం చాలా పెద్దదిగా, మోటుగా ఉండేది. పైగా ఫ్రాన్స్‌లో ఎల్లవేళలా ఎండ ఉండేది కాదు. ముఖ్యంగా శీతాకాలంలో ఎన్నో రోజులు మబ్బులు కమ్మి ఉండేది. దాంతో మూషోకి తన యంత్రాన్ని వాడడానికి తగినంత అవకాశమే దొరికేది కాదు.

ఇక్కడ లాభంలేదని మూషో ఉత్తర ఆఫ్రికాలో ఫ్రెంచ్ పాలనలో ఉన్న ఆల్జీరియాకి వెళ్ళాడు. అక్కడ బాగా ఎండకాసేది. అంతేకాక అక్కడ బొగ్గు దొరకదు కాబట్టి ఆవిరి యంత్రాలు ఎంతో ఉపయోగపడేవి. ఆ విధంగా ఉత్తర ఆఫ్రికాలో ఉంటూ అతడు ఎన్నో ప్రయోజనాలకి పనికొచ్చే ఎన్నో ఆవిరి యంత్రాలు తయారు చేశాడు.

అయితే సౌర యంత్రాలు పనిచేసినా అవి మామూలు ఆవిరి యంత్రాల కన్నా చాలా ఖరీదైనవై ఉండేవి.

ఈ విషయం ఆశ్చర్యకరంగా అనిపించవచ్చు. ఎందుకంటే సౌరశక్తి పూర్తిగా ఉచితంగా దొరుకుతుంది కదా! కావచ్చేమోగాని కొన్ని యంత్ర భాగాలు మాత్రం ససేమిరా ఉచితం కాదు. ఉదాహరణకి సూర్యకాంతిని కేంద్రీకరించే వంపుటద్దం ఖరీదెక్కువ. పైగా తేలికగా పాడైపోతుంది కూడా. అంతేకాక సూర్యుడికి అభిముఖంగా ఉండేటట్టు దాన్ని తిప్పుకుంటూ ఉండాలి. ఇదంతా చాలా తలనొప్పితో కూడుకున్న వ్యవహారం.

మరి సూర్యకాంతిని కేంద్రీకరించే పనిలేకుండా యంత్రాల తయారీ వీలవుతుందా? కేంద్రీకృతం కాకుండా, తక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉండే మామూలు సూర్యకాంతితో పని సాధ్యం కాదా?

సాధ్యం అవుతుంది. అయితే అందుకు తక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్ద మరిగే ద్రవాలు వాడాలి. ఉదాహరణకి – 33 సెల్షియస్ వద్ద మరిగే అమ్మోనియా ఉంది. మామూలు పరిస్థితుల్లో అది వాయురూపంలో ఉంటుంది. అయితే వత్తిడి పెంచితే అది ద్రవంగా మారుతుంది. అది మామూలు ఎండకే వేడెక్కి వాయువుగా మారుతుంది. ఆ అమ్మోనియా వాయువు వ్యాకోచించి ఆవిరికి బదులుగా పనిచేస్తుంది.

అలా తక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్ద పనిచెయ్యగలిగే సౌరయంత్రాన్ని తయారుచేసిన మొట్టమొదటి వ్యక్తి ఫ్రెంచ్ ఇంజనీరు చార్లెస్ ఎ.ఎ.టెల్యే. అలాంటి యంత్రాలు ఫ్రాన్స్‌లో పనిచెయ్యవని అతడు కూడా త్వరలోనే అర్థం చేసుకున్నాడు. అలాంటి యంత్రాలు ఆఫ్రికాలో ఎంత బాగా పనిచేస్తాయో వర్ణిస్తూ అతడు 1890లో ఓ పుస్తకం ప్రచురించాడు.



ఇరవయ్యవ శతాబ్దపు తొలిరోజుల్లో అమెరికాలో సౌతాంప్టన్ భాగానికి చెందిన ఎడారి ప్రాంతాల్లో అలాంటి తక్కువ ఉష్ణోగ్రత సౌర యంత్రాలు తయారయ్యాయి. అయితే వాటిలో అన్నిటికన్నా మేలైన యంత్రాలని తయారు చేసింది ఫ్రాంక్ షూమన్ అనే అమెరికన్ ఇంజనీరు. ఇతగాడు ఆఫ్రికాలో ఈ యంత్రాలను తయారుచేశాడు. పరిస్థితులు మెరుగు అవుతున్నాయి అని అనుకుంటుండగా 1914లో మొదటి ప్రపంచ యుద్ధం వచ్చింది. దాంతో అతడి ఆశలన్నీ అడియాశలయ్యాయి. యుద్ధం పూర్తయ్యేలోగా షూమన్ మరణించాడు.

సౌరయంత్రాల దురదృష్టం కొద్దీ అదే సమయంలో సాధారణ యంత్రాల నాణ్యత, సామర్థ్యం పెరుగుతూ వచ్చాయి. అంతేకాక మరిన్ని శక్తి వనరులు ఆవిష్కరించబడ్డాయి కూడా.

మొదటి ప్రపంచ యుద్ధం తరువాత ఇంధనంగా చమురు వినియోగం పెరుగుతూ వచ్చింది. వాడడానికి బొగ్గుకన్నా చమురు సౌకర్యంగా ఉంటుంది. పైగా వాడుకలో, తయారీలో ఎన్నో చికాకులతో కూడుకున్న సౌరయంత్రాలతో అవస్థ పడనక్కర్లేదు.

# 3. వేడినీళ్ళు

అయితే నీరు పనికిరావాలంటే వేడిగానే ఉండాల్సిన అవసరం లేదు. కొన్ని సందర్భాలలో అయితే గోరువెచ్చని నీరు ఉంటే సరిపోతుంది. ఉదాహరణకి చన్నీటితో స్నానం చెయ్యాలంటే కొంచెం ఇబ్బందిగానే ఉంటుంది. ముఖ్యంగా నీరు మరీ చల్లగా ఉంటే నరకమే. అలాగని నీరు మరీ వేడిగా ఉన్నా చిక్కే. స్నానానికి గోరువెచ్చని నీరయితే హాయి. స్నానానికే కాదు గిన్నెలు కడగడానికి అయినా, బట్టలు ఉతకడానికి అయినా, చేతులతో చేసే ఏ పనికయినా ఈ సూత్రమే వర్తిస్తుంది.

మరి స్నానానికి వెచ్చటి నీరు కావాలంటే నీటిని ఏదో ఒక విధమైన పొయ్యిమీద పెట్టి కాగబెట్టాలి. స్నానానికి చాలా నీరు కావాలి కాబట్టి ఆ పొయ్యిలో పెట్టే మంట పెద్దదై ఉండాలి, ఎక్కువసేపు మండేదై ఉండాలి.

వంటచెరకు ముక్కలుగా కొయ్యడం, బొగ్గులని పొయ్యిలో పోస్తూ ఉండడం ఇవన్నీ వ్యయప్రయాసలతో కూడుకున్న పనులు. కాబట్టి ఒక శతాబ్దం క్రితం వరకు కూడా ఇంత ప్రయాసతో కూడిన పనిని వారంలో ఒక రోజుకే నిర్దేశించేవారు. ఆ రోజుని స్నానాల రోజు అనేవారు. అంటే వారానికి ఒక రోజే వేణ్ణీళ్ళ స్నానం అన్నమాట!

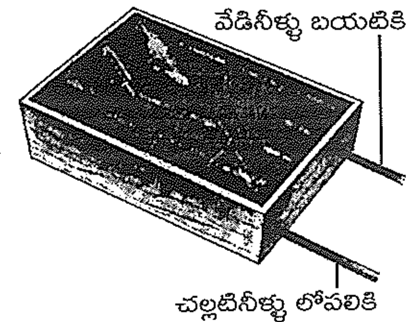
పోనీ ఆ వెచ్చదనాన్ని సూర్యుడి నుండి తీసుకుంటే? తొట్టెలో నీరు ఎండలో పెడితే నీరు వేడెక్కదూ?



వేడెక్కుతుంది, నిజమే. కాని దానికి చాలాసేపు పడుతుంది. ఇంచుమించు ఒకపూట పడుతుంది. పైగా మబ్బు పట్టినప్పుడు, రాత్రివేళల్లో నీరు త్వరగా చల్లారిపోతుంది.



క్లారెన్స్ ఎం.కెంప్



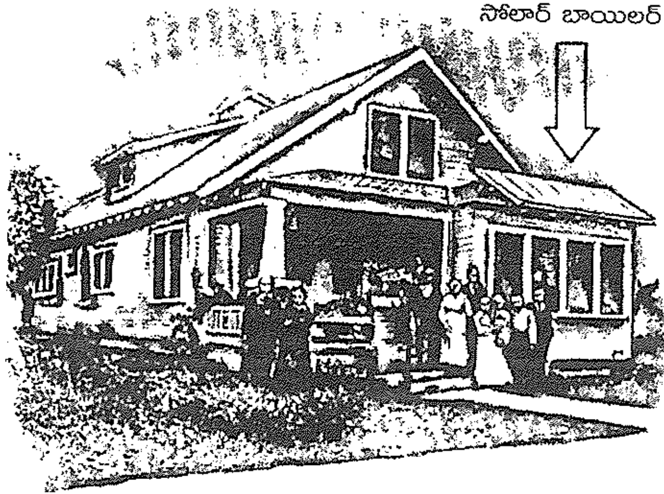

కెంప్ రూపొందించిన సౌరశక్తితో నీటిని వేడెక్కించే పరికరం, 1890

అయితే 1891లో క్లారెన్స్ ఎం.కెంప్ అనే అమెరికన్ శాస్త్రవేత్త ఓ చక్కని ఉపకరణం కనిపెట్టాడు. ఫెల్ట్ (నేయకుండా చేసిన గొంగళి లాంటి గుడ్డ) తొడుగు ఉన్న ఒక పెట్టెలో నీటి తొట్టెలు పెట్టాడు. ఫెల్ట్ తొడుగు ఉంది కాబట్టి వేడి తేలికగా బయటికిపోదు. పెట్టెపై భాగాన్ని గాజు పలకతో కప్పాడు. ఈ విధంగా ఓ ఉష్ణ వేటిక తయారయ్యింది.

గాజు పలకలోంచి లోపలికి వచ్చిన సూర్యరశ్మి వల్ల నీరు వేడెక్కేది. ఫెల్ట్ తొడుగు వల్ల వేడిమి బయటికి పోగలిగేది కాదు. అలాంటి పెట్టెలో నీరు త్వరగా వేడెక్కేది, ఎక్కువసేపు వెచ్చగా ఉండేది. అలాంటి సోలార్ బాయిలర్లని జనం ఇళ్ళ పైకప్పుల మీద ఎండలో పెట్టుకునేవారు.

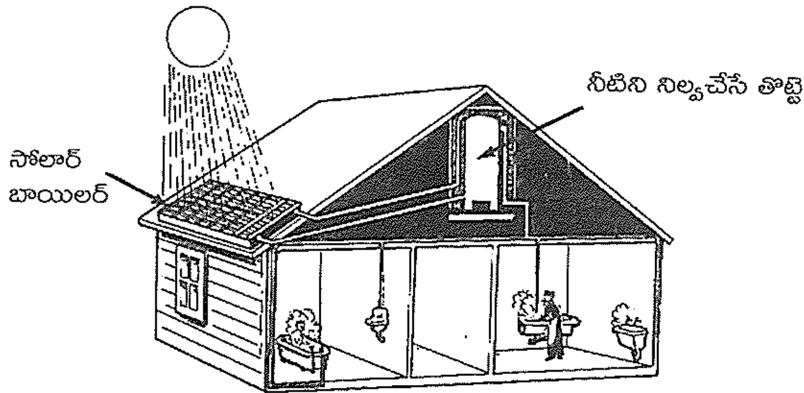
అక్కణ్ణించి గొట్టాల్లో వేడెక్కిన నీరు ఇంట్లోకి ప్రవేశించేది. వేడినీటిని వాడుకుంటున్న కొద్దీ చల్లని నీరు బాయిలర్‌లోకి ప్రవేశించేది.

కాని ఒక చిక్కేంటంటే గాజు పలక బయట చల్లగాలి ఉండడం వల్ల ఇందులోని నీరు రాత్రిపూట త్వరగా చల్లారిపోయేది.




**కాలిఫోర్నియా ఇంటి కప్పుపై సోలార్ బాయిలరు, 1909**

1909లో విలియం జె. బెయిలీ అనే అమెరికన్ ఇంజనీర్ ఈ లోపాన్ని కూడా సరిదిద్దాడు. చుట్టు తిరిగిన గొట్టాల్లో కొద్దిపాటి నీటిని నింపి చూరు మీద ఎండలో పెట్టాడు. గొట్టంలో ఎక్కువ నీరు లేదు కాబట్టి త్వరగా వేడెక్కిపోయేది. వేడెక్కిన నీరు గొట్టాల ద్వార కింద వంటగదిలో ఓ తొట్టెలో నిలవ నిండేది. తొట్టెలోని నీరు చల్లారిపోకుండా, వేడిమి బయటికి పోకుండా, తొట్టెగోడల మీద నానా రకాల పదార్థాలతో చేసిన తొడుగులు అమర్చేవారు.




**బొమ్మ రూపంలో సోలార్ ఇల్లు**

ఏదేమైనా ఇలాంటి సరంజామా అంతా బాగా ఎండ కాసేచోట, వేడిప్రాంతాల్లో మాత్రమే పనిచేస్తుంది. ఎంత ఎండ కాస్తే అన్ని వేణ్ణీళ్లు అన్నమాట. బయట ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువగా ఉండడం వల్ల నీరు వేగంగా చల్లబడేది కాదు. ఈ కారణం చేతనే దక్షిణ కాలిఫోర్నియా వంటి ప్రాంతాల్లో సోలార్ బాయిలర్లు బాగా చలామణి అయ్యాయి. ఈ ఒరవళ్లు అరిజోనా, న్యూ మెక్సికో రాష్ట్రాలకి, అటుపై ఫ్లోరిడా రాష్ట్రానికి పాకాయి.

ఈసారి కూడా ఇతర సాంకేతిక ప్రగతుల వల్ల సోలార్ బాయిలర్ల పరపతి తగ్గుతూ వచ్చింది.

నిజానికి ఈ బాయిలర్లలో థర్మోస్టాట్లని కూడా అమర్చవచ్చు. ఈ థర్మోస్టాట్ ఉష్ణోగ్రతని కొలిచే ఓ ఉపకరణం. బాయిలర్లో ఉష్ణోగ్రత మరీ తక్కువ అయితే ఈ థర్మోస్టాట్ దానికదే మంట వెలిగించి నీరు వేడెక్కేట్టు చేస్తుంది. అలాగే ఉష్ణోగ్రత మరీ ఎక్కువ అయితే థర్మోస్టాట్ దానికదే మంటని ఆర్పేస్తుంది. ఆ విధంగా నీరు ఎప్పుడూ మరీ వేడిగాను, మరీ చల్లగాను కాకుండా సరిగ్గా ఓ కచ్చితమైన ఉష్ణోగ్రత వద్దనే ఉంటుంది.

కాలక్రమేణా విద్యుత్ హీటర్లు వచ్చాయి. వీటిలో గ్యాస్ మీద పనిచేసే బాయిలర్లలోలా పేలుడు ప్రమాదాలు, గ్యాస్‌లీక్ కావడం వంటి వాటికి ఆస్కారం ఉండదు.

ఆ విధంగా వేణ్ణీళ్లు తేలికగా లభ్యం కావడంతో పాత్రలు కడిగే యంత్రాలు, బట్టలు ఉతికే యంత్రాలు మొదలైనవి కొనుక్కోవడం మొదలెట్టారు. క్రమంగా వేణ్ణీళ్ల వినియోగం ఎంత ఎక్కువయ్యిందంటే అంత మోతాదులో వేణ్ణీళ్లని సరఫరా చెయ్యడం సోలార్ బాయిలర్లకి సాధ్యపడేది కాదు.

1945లో అంతమైన రెండవ ప్రపంచ యుద్ధం తరువాత చమురు, సహజవాయువుల వినియోగం బ్రహ్మాండంగా పెరిగింది. యుద్ధం సమయంలో సేనల వినియోగం కోసం చమురుని వీలైనంతగా ఆదా చెయ్యాల్సి వచ్చేది కాని యుద్ధం అయిపోయాక మునుపటి నిష్టని పక్కనబెట్టి విచ్చలవిడి వినియోగానికి దిగారు.

అదే కాలంలో గల్ఫ్ ప్రాంతంలో కొత్త చమురు బావులు దొరికాయి. అవసరమైన దానికన్నా ఎక్కువగానే చమురు, సహజ వాయువులు దొరుకుతున్నాయని అందరికీ అనిపించింది. కొత్తగా వచ్చిన చమురు కొలుముల నుండి కావలసినంత ఉష్ణాన్ని పుట్టించవచ్చు. అప్పటి నుండి పొయ్యిలో బొగ్గులు పొయ్యడం, పొయ్యిలోని బూడిద బయట పారేయడం ఈ వృధా శ్రమతో పనిలేకుండా పోయింది. చమురు ట్యాంక్‌లో చమురు నింపుకుంటే చాలు. కాగల కార్యాన్ని చేయడానికి థర్మోస్టాట్లే ఉన్నాయి.

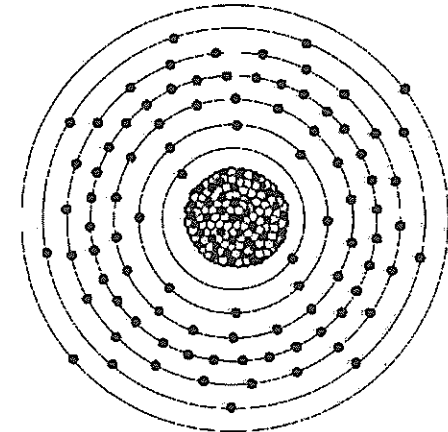
1950, 1960లలో దొరికినంత చవకగా చమురు మరెప్పుడూ దొరకలేదు. దానివల్ల సౌరశక్తి మీద ఎవరి దృష్టీ మళ్లలేదు. అసలు సౌరశక్తి అనవసరం అనిపించింది.



# 4. అణుశక్తి - చమురు

ప్రపంచ యుద్ధం తరువాత కాలంలో సౌరశక్తి అవసరం తీరిపోయింది అనిపించడానికి కారణం గల్ఫ్‌లో దొరికిన చమురు బావులు మాత్రమే కాదు.

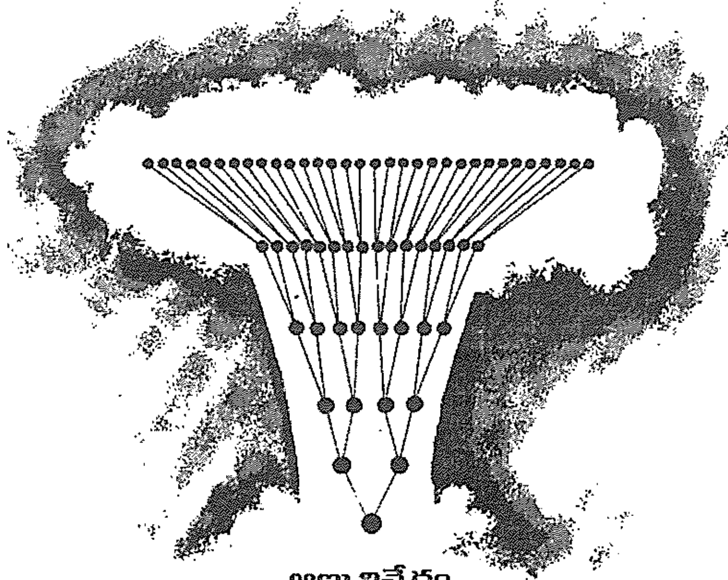
1896 నాటికే యురేనియం, థోరియం (అప్పటి వరకు కనుగొనబడ్డ పరమాణువుల్లో ఇవి అత్యంత సంక్లిష్ట పరమాణువులు) మొదలైన పరమాణువులు అతి చిన్న కణాలని ఉద్గారిస్తాయి అని తెలిసిపోయింది. ఈ కణాలు పరమాణువుల కన్నా చిన్నవి. అందుకనే వాటిని ఉపపరమాణు కణాలు అనేవారు. ఆ విధంగా రేడియో ధార్మికత పుట్టింది.



**యురేనియం అణువు**

ఆ ప్రక్రియలో యురేనియం, థోరియం పరమాణువుల నుండి అపారమైన ఉష్ణం విడుదల అయ్యేది. గాలిలో ఆక్సిజన్‌తో కలిసి బొగ్గు, కట్టె, చమురు మండినప్పుడు పుట్టే శక్తి కన్నా ఇది చాలా అధికమైన శక్తి. పరమాణు కేంద్రంలో ఉన్న అతి చిన్న వస్తువు అయిన కేంద్రకంలో జరిగే చర్యల కారణంగా ఈ రేడియోధార్మిక ఉష్ణం పుడుతుంది. ఇలాంటి చర్యల నుండి పుట్టిందే కేంద్రక శక్తి.

మొదట్లో కేంద్రక శక్తి అంత ప్రధానం అని ఎవరికీ అనిపించలేదు. ఒక్క పరమాణావు నుండి అపారమైన శక్తి వెలువడినా, ఏకకాలంలో బహుకొద్ది సంఖ్యలో పరమాణువులలో మాత్రమే ఈ చర్యలు జరుగుతాయి. కాబట్టి ఇంత యురేనియం ముద్ద నుండి పుట్టే ఉష్ణం కన్నా ఓ కట్టె కాల్చగా వచ్చే ఉష్ణం ఎక్కువగా ఉండేది.



**అణు విచ్ఛేదం**

అయితే 1939లో శాస్త్రవేత్తలు మరో ఆశ్చర్యకరమైన విషయం కనుక్కున్నారు. యురేనియం పరమాణువు మీదకి న్యూట్రాన్ అనే మరో సూక్ష్మకణాన్ని గురిపెట్టి కొడితే కొన్ని విడ్డూరమైన పరిణామాలు జరిగాయి.



న్యూట్రాన్‌ని లోనికి గ్రహించిన యురేనియం పరమాణువు రెండు ఇంచుమించు సమాన భాగాలుగా విడిపోయింది. ఈ ప్రక్రియకి యురేనియం ఫిషన్ (విచ్ఛేదం) అని పేరు పెట్టారు.

విచ్ఛేదం జరుగుతున్నప్పుడు అధిక సంఖ్యలో న్యూట్రాన్లు వెలువడతాయి. అలా వెలువడ్డ ప్రతీ న్యూట్రాన్ మరో న్యూట్రాన్ పరమాణువుని ఢీకొనగా, ఈ పరమాణువులు మరిన్ని న్యూట్రాన్ కణాలని విడుదలచేస్తూ పోతాయి. ఈ ప్రక్రియ ఇంతింతై అన్నట్టుగా వ్యాపించి క్షణకాలంలో కోటానుకోట్ల యురేనియం పరమాణువుల విచ్ఛేదం జరిగిపోతుంది.

విచ్ఛేదం చెందుతున్న యురేనియం పరమాణువు ఒక సూక్ష్మకణాన్ని వెలువరించినప్పుడు పుట్టే శక్తి కన్నా చాలా ఎక్కువ శక్తిని విడుదల చేస్తుంది. అధిక సంఖ్యలో యురేనియం పరమాణువులు విచ్ఛేదం అయినప్పుడు బ్రహ్మాండమైన శక్తి విడుదల అవుతుంది.

యురేనియం 235 అనే ఓ అరుదైన రకం యురేనియం మాత్రమే విచ్ఛిన్నం చెందగలుగుతుంది. యురేనియం 235 పదార్థాన్ని ఒకచోట కేంద్రీకరించి విచ్ఛిన్నం జరిగే ప్రక్రియ వృద్ధి చెందేట్టుగా అమెరికాలో ప్రపంచ యుద్ధానికి అనంతరం కొందరు శాస్త్రవేత్తలు చెయ్యగలిగారు. ఇంచుమించు ఒక క్షణం పాటు పరమాణువులని విచ్ఛిన్నం చేస్తూపోయారు. అంతసేపు విచ్ఛిన్నం జరిగాక ఎంతశక్తి వెలువడింది అంటే అదొక బ్రహ్మాండమైన విస్ఫోటంగా మారుతుంది. అదే అణుబాంబు అయ్యింది. మొట్టమొదటి అణుబాంబులని 1945లో ప్రయోగించారు.

రెండవ ప్రపంచ యుద్ధం తరువాత అమెరికాలో (తదితర దేశాలలో కూడా) శాస్త్రవేత్తలు విస్ఫోటం లేకుండా విచ్ఛిన్నం ఎలా జరిపించాలో అర్థం చేసుకున్నారు. పేలుడు లేకుండా యురేనియం పరమాణువులు విచ్ఛిన్నం చెందుతూ పోతాయి. అలా పుట్టిన అపారమైన శక్తిని ఎన్నో ప్రయోజనాల కోసం వాడుకోవచ్చని తెలుసుకున్నారు.

1950, 1960లలో ప్రపంచం అంతటా అణు విద్యుత్ కేంద్రాల నిర్మాణం పెద్ద ఎత్తున జరిగింది. 2000 సంవత్సరానికల్లా ప్రపంచంలోని శక్తి అంతా అణువిచ్ఛేదం నుండే వస్తుందని అంతా నమ్మారు.

కాని అప్పట్నుంచే యురేనియం, చమురు విషయంలో పరిస్థితులు తారుమారు కాసాగాయి.

యురేనియం విషయంలో రేడియోధార్మిక కిరణాలు ఒక సమస్యగా పరిణమించాయి. అణుచర్యల నుండి విడుదలయ్యే సూక్ష్మకణాలు ప్రమాదకరమైనవి కావచ్చు. విచ్ఛేదం చెందుతున్న పరమాణువుల నుండి విడుదలయ్యే ఎక్స్, గామా కణాలు కూడా ప్రమాదకరమైనవే. (ఇవి కూడా కాంతి తరంగాల వంటివే కాని వీటి తరంగ దైర్ఘ్యం తక్కువ. పైగా ఇవి ప్రమాదకరమైనవి కూడా.)

నిజం చెప్పాలంటే అణుశక్తి విషయంలో తగిన భద్రతా చర్యలు తీసుకోవచ్చు. అణు కేంద్రాలలో రేడియో ధార్మిక కిరణాల వల్ల మరణించిన వారెవరూ లేరు. అయినా కూడా అణువిద్యుత్ కేంద్రాలు సురక్షితంగా ఉండాలంటే ఎన్నో కట్టుదిట్టాలు చెయ్యాలి, తగిన భద్రతా చర్యలు చేపట్టాలి. దీనివల్ల అణువిద్యుత్ కేంద్రాల నిర్మాణం ఎంతో వ్యయ ప్రయాసతో కూడుకున్న వ్యవహారం అవుతుంది. పైగా వాటిని కట్టడానికి ఎంతో కాలం కూడా పడుతుంది.

ఏదేమైనా అణువిద్యుత్ కేంద్రాలంటే చాలామందికి భయం. అసలు వాటిని నిర్మించడం పెద్ద పొరబాటు అని నమ్మేవాళ్లు ఎంతో మంది.

అంతేకాక యురేనియం రెండుగా విభజన చెందినప్పుడు పుట్టిన పరమాణువులు రేడియోధార్మికమైనవి కాబట్టి అవి ఎంతో కాలంపాటు అపాయకరమైన సూక్ష్మకణాలని వెలువరిస్తూనే ఉంటాయి. అలా పుట్టిన రేడియోధార్మిక వ్యర్థాలని, అవి మట్టిలోగాని, నీటిలోగాని, గాలిలో గాని కలవకుండా నేలలో లోతుగా పాతాల్సి ఉంటుంది. రేడియోధార్మిక వ్యర్థాలు పెరుగుతున్న కొద్దీ భద్రత ఎలా సాధ్యం అని సందేహించేవాళ్లు ఉన్నారు. కాలక్రమేణా రేడియోధార్మికత లోకాన్ని కలుషితం చేస్తుందని వాళ్లు నమ్ముతారు. చమురుతో వచ్చిన చిక్కేమిటంటే చమురు వనరులు తరిగిపోతున్నాయి.

1950, 1960లలో ఇంధనం పుష్కలంగా లభ్యం అయ్యే మంచిరోజుల్లో ఈ పరిణామం గురించి ఎవరూ ఆలోచించలేదు. కాని నిజానికి భూగర్భంలో



తగినంత చమురు లేదు. ఏటేటా ప్రపంచంలో మనుషులు ఎంతో చమురు వినియోగిస్తూ వస్తున్నారు. చమురు వినియోగం ప్రతి ఏడూ పెరుగుతోందే గాని తరగడం లేదు. ఇక ఇలాగే సాగితే 2000 సంవత్సరం తరువాత చమురు నిలవలు ఎంతో కాలం రావని అనిపించేది.

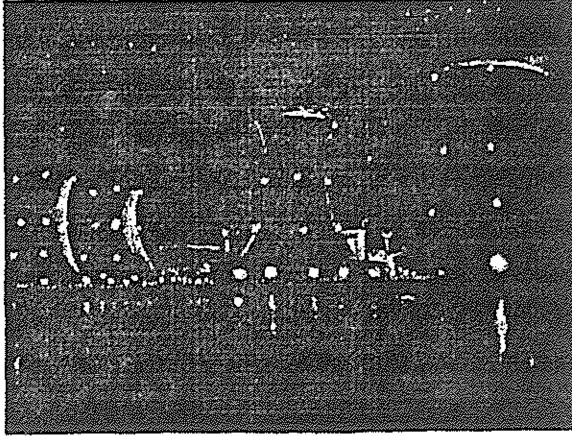
ప్రపంచ దేశాల్లో అన్ని దేశాల కన్నా ఎక్కువ చమురును ఉత్పత్తి చేసిన, అదే విధంగా అన్ని దేశాలకన్నా ఎక్కువ చమురుని వినియోగించిన దేశమైన అమెరికాలో కూడా 1970 తరువాత చమురు కొరత ఏర్పడసాగింది. ఒక సమయంలో అమెరికా చమురు ఉత్పత్తి తారస్థాయికి చేరుకుంది. అప్పట్నించి ఏటేటా అమెరికా చమురు ఉత్పత్తి తగ్గుతూనే వస్తోంది. అమెరికా చమురు వినియోగం పెరుగుతూ రావడంతో గల్ఫ్ దేశాల నుండి దిగుమతి తప్పనిసరి అయ్యింది.

కొంతకాలం బాగానే సాగింది. కాని గల్ఫ్ ప్రాంతం కల్లోల్లమయమైన ప్రాంతం. 1920 నుండి అక్కడ బ్రిటన్, ఫ్రాన్స్ దేశాల హయాం సాగింది. కాని రెండవ ప్రపంచ యుద్ధం తరువాత గల్ఫ్ దేశాలకి స్వాతంత్ర్యం వచ్చింది. వారి చమురు బావులని వారు స్వాధీనం చేసుకున్నారు. ఒక కూటమిగా ఏర్పడి, అధిక ధరకు చమురును అమ్మసాగారు.

1973 చివరలో గల్ఫ్ దేశాలలో నిరసన మొదలయ్యింది. అమెరికా మొదలైన దేశాలకి చమురును ఎగుమతి చెయ్యడానికి నిరాకరించాయి. అమెరికాలో జనం పెట్రోల్ కోసం క్యూలు కట్టసాగారు. విదేశాల నుండి చమురు దిగుమతుల మీద ఆ దేశం ఎంతగా ఆధారపడిపోయిందో అమెరికన్లకి అప్పుడు అర్థమయ్యింది. పైగా ఆ దెబ్బతో చమురు ధరలు ఆకాశాన్నంటాయి.

చమురు వినియోగంలో మంచిరోజులు అక్కడితో అంతం అయినట్టే. ఈ లెక్కన మరికొన్ని దశాబ్దాల కన్నా చమురు రాదని తేలిపోయింది. మరి తరువాత ఏం చెయ్యాలి?

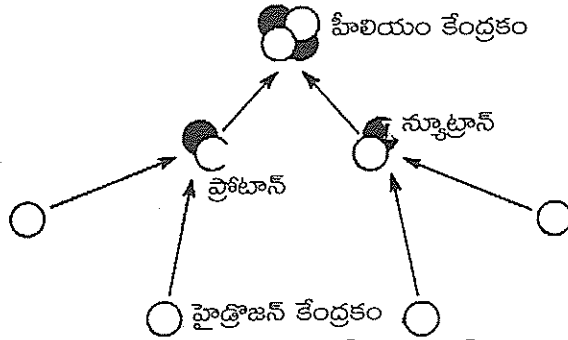
ఒక పరిష్కారం అణు విద్యుత్ కేంద్రాల నిర్మాణం. 1979లో పెన్సిల్వానియాలోని త్రీమైల్ ఐలాండ్ మీద ఉన్న అణు విద్యుత్ కేంద్రంలో జరిగిన ఘోర ప్రమాదం (కాని అందులో ప్రాణ నష్టం జరగలేదు) తరువాత జనంలో అణుకేంద్రాల పట్ల భయం పెరిగింది.



**త్రీ మైల్ ఐలాండ్**

మరో పరిష్కారం బొగ్గును వాడుకోవడం. ఎందుకంటే బొగ్గు ఇంకా పుష్కలంగా దొరుకుతోంది. అయితే బొగ్గుని గనులలో నుండి వెలికితీసి, ఒక చోటి నుండి మరో చోటికి రవాణా చెయ్యడం కష్టం. దాన్ని మండించినప్పుడు వాతావరణం కలుషితం అవుతుంది. (చమురుని మండించినా అంతే అవుతుంది.) అయితే గాలిలో కార్బన్‌డయాక్సయిడ్ పాలు కొంచెం పెరిగినా దానివల్ల వాతావరణ పరిస్థితులు విషమిస్తాయని శాస్త్రవేత్తలు నమ్ముతున్నారు.

ఇతర రకాల శక్తి వనరులు కూడా ఉన్నాయి. ఇవి: వీచే గాలి, నీటి ప్రవాహం, కెరటాలు, భూగర్భంలోని ఉష్ణం మొదలైనవి. దేని లోపాలు దానికున్నాయి. అన్నిటినీ కలిపినా కూడా మన అవసరాలకి సరిపోవు.




**హైడ్రోజన్ సంయోగం చెంది హీలియం ఏర్పడటం**



భవిష్యత్ శక్తి అవసరాలని తీర్చడానికి మరో మార్గం కేంద్రక సంయోగం. ఈ రకమైన అణుశక్తిలో యురేనియం ప్రమేయం వుండదు. ఈ పద్ధతిలో అతి చిన్నవైన హైడ్రోజన్ పరమాణువులని కలిపి మరికాస్త పెద్దవైన హీలియం పరమాణువులని తయారుచేస్తారు. ఈ సంయోగశక్తి నుండే అత్యంత శక్తివంతమైన హైడ్రోజన్ బాంబులని తయారుచేస్తారు.

అణువిచ్ఛేదం కన్నా, అణు సంయోగంవల్ల మరింత ఎక్కువ శక్తి ఉత్పన్నం అవుతుంది. పైగా యురేనియం కన్నా హైడ్రోజన్‌తో వ్యవహరించడం తేలిక. అంతేకాక కోట్ల సంవత్సరాలకి సరిపోయేటంత హైడ్రోజన్ ఉంది.

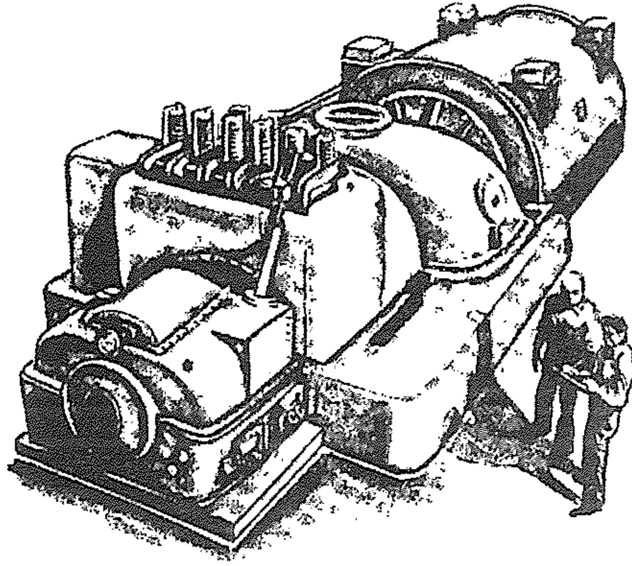
కాని ఇక్కడ చిక్కేమిటంటే సంయోగంతో పెద్ద పెద్ద బాంబులని తయారుచెయ్యొచ్చు కాని ఆ శక్తిని నియంత్రించి మెల్ల మెల్లగా విడుదల అయ్యేట్టు చెయ్యడం చాలా కష్టం. ప్రయత్నిస్తూ పోతూ ఉంటే ముందు ముందు సాధ్యం అవుతుందేమో. ఆ ప్రయత్నం ముప్పై ఏళ్లుగా జరుగుతోంది. రహస్యం ఇప్పటికీ అంతుబట్టలేదు.

అణు సంయోగం మీద పరిశోధన సాగుతూనే ఉండుగాక. కాని అది కాక మనకి వేరే గత్యంతరమే లేదా?

ఎందుకులేదు. సౌరశక్తి ఉండనే ఉందిగా! అనాదిగా సూర్యుడు భూమి మీద కాంతులు కురిపిస్తున్నాడు. చమురు వినియోగానికి ముందు నుండి కూడా సౌరశక్తి వినియోగంలో మనం ఎంతో ప్రగతి సాధించాం. సౌరశక్తిని వినియోగించే వెనుకటి దశకి ఇప్పుడు మళ్లీ తిరోగమిస్తే?

నీటిని వేడిచెయ్యడానికి, ఇళ్లని వెచ్చచెయ్యడానికి, యంత్రాలని నడిపించడానికి సౌరశక్తిని వినియోగిస్తే ఎంతో చమురు ఆదా అవుతుంది. అక్కడితో ఆగనక్కర్లేదు. ఈ రోజుల్లో జనం ప్రతీ దానికి విద్యుచ్ఛక్తినే వాడుతున్నారు. ఎందుకంటే శక్తి యొక్క వివిధ రూపాల్లో విద్యుచ్ఛక్తి కన్నా అనువైన శక్తి లేదు.

పెద్ద పెద్ద అయస్కాంత ధృవాల మధ్య చక్రాలని తిప్పి విద్యుచ్ఛక్తిని తయారు చేస్తారు. ఆ చక్రాలని నయాగరా జలపాతం వంటి జలపాతాల్లోని ప్రవాహ శక్తిని ఉపయోగించి తిప్పొచ్చు లేదా బొగ్గుని గాని, చమురుని గాని మండించి, నీటిని వేడి చేసి, అలా పుట్టిన ఆవిరితో చక్రాలని తిప్పొచ్చు.



**ఆవిరి టర్బైన్**

మరి సౌరశక్తితో నీటిని మరిగించి, ఆవిరి పుట్టించి, చక్రాలని తిప్పి విద్యుచ్ఛక్తిని తయారు చెయ్యగలమా?

బహుశ చక్రాలని తిప్పడానికి అన్ని తిప్పలు పడనక్కర్లేదేమో. అంతకన్నా మేలైన పద్ధతులు ఉన్నాయేమో.



# 5. సౌర ఘటాలు

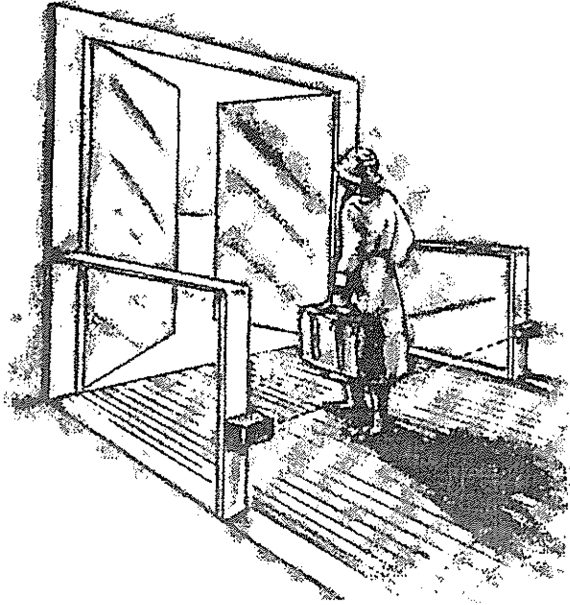
పరమాణువుల కేంద్రంలో ఉండే కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రాన్లు అనే చిన్న చిన్న కణాలు తిరుగుతుంటాయి. ఈ ఎలక్ట్రాన్లు పరమాణువు నుండి విడివడి, ఒక పరమాణువు నుండి మరో పరమాణువుకి గెంతుతూ పోయినప్పుడు విద్యుత్ ప్రవాహం పుడుతుంది.

కొన్ని రకాల పరమాణువులలో ఎలక్ట్రాన్లని బయటపడేట్టుగా ఎగదన్నగల శక్తి సూర్యరశ్మికి ఉంది. అందువల్ల అలాంటి పరమాణువులు ఉన్న పదార్థాలమీద కాంతిని ప్రసరిస్తే అందులో విద్యుత్ ప్రవాహం పుడుతుంది.

ఎలక్ట్రాన్ల గురించి తెలియడానికి ఎంతో ముందు నుంచి కూడా మనుషులకి కాంతికీ విద్యుత్తుకీ మధ్య సంబంధం తెలుసు. 1873లో విలోబై స్మిత్ అనే రసాయన శాస్త్రవేత్త సిలీనియం అనే లోహం మీద కాంతి ప్రసరించినప్పుడు అందులో విద్యుత్ ప్రవాహం పుడుతుందని యాదృచ్ఛికంగా కనుక్కున్నాడు. చీకట్లో ఈ విద్యుత్తు ప్రవాహం ఆగిపోయేది.

మొదట్లో ఇదేదో వింత అనుకుని ఊరుకున్నారు. ఎందుకంటే ఈ పద్ధతిలో ఉత్పన్నమయ్యే విద్యుత్ ప్రవాహం చాలా బలహీనమైనది. తరువాత ఈ ప్రక్రియకి కూడా కొన్ని ప్రయోజనాలు కనుక్కున్నారు.

ఉదాహరణకి విద్యుత్ చక్షువులలో ఈ సిలీనియంని వాడొచ్చు. గాలి పూర్తిగా తీసేసిన ఓ చిన్నపాత్రలో ఈ విద్యుత్ చక్షువుని ఉంచుతారు. దానిమీద ఉండే లోహపు తొడుగుమీద సిలీనియం పూత వేస్తారు. దానిమీద కాంతి



**విద్యుత్ చక్షువుతో ఉన్న తలుపు**

ప్రసరించబడ్డప్పుడు సిలీనియంలోని ఎలక్ట్రాన్లు బయటపడతాయి. అందువల్ల చిన్న విద్యుత్ ప్రవాహం పుడుతుంది. ఆ చిన్ని విద్యుత్ ప్రవాహం వల్ల మరో పెద్ద విద్యుత్ ప్రవాహం పుట్టి, దాని వల్ల స్ప్రింగు ప్రభావం వల్ల తెరుచుకోబోతున్న తలుపులు మూసుకుని ఉండేట్టుగా చెయ్యొచ్చు.

ఉదాహరణకి ఒక గదికి ద్వారం వద్ద ఇలాంటి విద్యుత్ చక్షువుని ఏర్పాటు చేశాం అనుకుందాం. ద్వారానికి ఒక పక్క నుండి ఒక సన్నని కాంతి పుంజం ద్వారానికి అవతలి పక్కన ఉన్న విద్యుత్ చక్షువు మీద పడుతుంటుంది. కాంతి పడుతున్నంతసేపు తలుపులు మూసుకుని ఉంటాయి. ద్వారం వద్దకి ఎవరైనా వచ్చినప్పుడు, వారి శరీరం కాంతి పథానికి అడ్డు వస్తుంది. దాని వల్ల విద్యుత్ ప్రవాహం ఆగి, తలుపులు తెరుచుకుంటాయి.

అలాంటి విద్యుత్ చక్షువు ఒక కాంతి విద్యుత్ ఘటానికి (ఫోటో ఎలక్ట్రిక్ సెల్) తార్కాణం అవుతుంది (ఫోటో అంటే గ్రీకు భాషలో కాంతి అని అర్థం). కాంతి విద్యుత్ ఘటం మీద సూర్యరశ్మిపడితే అది సౌర ఘటం అవుతుంది.



చాలాకాలం పాటూ కాంతి విద్యుత్ ఘటాలని అలాంటి చిన్న చిన్న ప్రయోజనాలకి మాత్రమే వాడేవారు. ఎందుకంటే వాటిలో ఉత్పన్నమయ్యే కాంతి చాలా స్వల్పంగా ఉండేది. ఉదాహరణకి సిలీనియం దాని మీద పడ్డ కాంతిలో ఒక శాతం శక్తిని మాత్రమే విద్యుత్తుగా మారుస్తుంది.

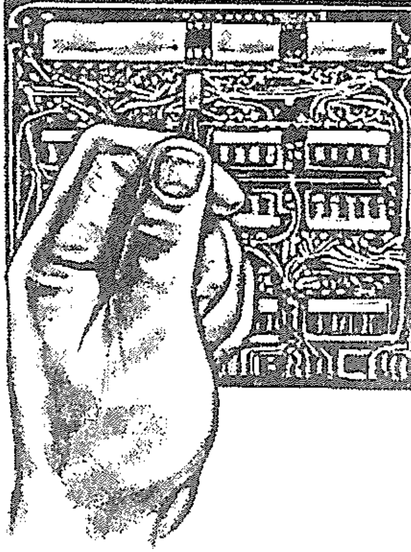
ఇదిలా వుండగా శాస్త్రవేత్తలు విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని అత్యంత వేగంగా, సున్నితంగా నియంత్రించే ప్రయత్నంలో ఉన్నారు.

గత శతాబ్దంలో అధికభాగం గాలి తీసేసిన గాజు పాత్రలని వాడేవారు. ఈ పాత్రల్లో కొన్ని లోహపు కడ్డీలని దూర్చేవారు. లోహపు కడ్డీల్లో ఒకదాన్ని వేడిచేసి ఒక లోహపు కడ్డీ నుండి మరో లోహపు కడ్డీకి శూన్యం ద్వారా ఎలక్ట్రాన్ల ప్రవాహ వేగాన్ని పెంచగలిగేవారు, తగ్గించగలిగేవారు. ఆ విధంగా వేగవంతమైన ఎలక్ట్రాన్ ప్రవాహాలని సృష్టించి టీవీ, రేడియో మొదలైన ఎలక్ట్రానిక్ ఉపకరణాలని నిర్మించగలిగారు. ఆ గాజు పాత్రలనే సామాన్యంగా రేడియో నాళాలుగా వ్యవహరిస్తూ ఉంటారు.

1948లో ఒక కొత్త రకమైన పదార్థాలు కనుక్కున్నారు. ఇవి మామూలు పరిస్థితుల్లో విద్యుత్తును నిరోధించినా వీటిలోంచి ఎలక్ట్రాన్లని ఎగదన్నవచ్చు. అటువంటి పరిస్థితుల్లో అవి విద్యుత్ ప్రవాహానికి ప్రవేశాన్నిస్తాయి. అందుకే అలాంటి పదార్థాలని అర్థ సంవాహక (semiconductor) పదార్థాలు అంటారు.

ఈ అర్థ సంవాహకాలని అత్యంత శుద్ధ పదార్థాలతో తయారుచేసి, వాటికి మరికొన్ని రకాల పరమాణువులని కలిపినప్పుడు, వాటి పరమాణువులలో నుండి ఎలక్ట్రాన్లు తేలికగా ఊడివస్తాయి. అలాంటి ఎలక్ట్రాన్లని తేలికగా నియంత్రించవచ్చు. ఇలాంటి అర్థ సంవాహక ఉపకరణాలనే ట్రాన్సిస్టర్లు అంటారు. క్రమేపీ శూన్య నాళాల స్థానంలో ఈ ట్రాన్సిస్టర్లు చోటుచేసుకున్నాయి.

శూన్య నాళాలకి మాదిరి ట్రాన్సిస్టర్లని వేడి చెయ్యాల్సిన పనిలేదు. కాబట్టి ట్రాన్సిస్టర్ల మీద పనిచేసే సాధనాలు ఆన్‌చేసిన వెంటనే ఉత్తేజితమై పనిచెయ్యడం ప్రారంభిస్తాయి. అంతేకాక అవి తేలికగా పాడైపోయేవి కావు. ఎక్కువ కాలం మన్నేవి. అన్నిటికన్నా ముఖ్యంగా వీటిని శూన్య నాళాల కన్నా చాలా చిన్న పరిమాణంలో తయారు చెయ్యొచ్చు.



ట్రాన్సిస్టర్

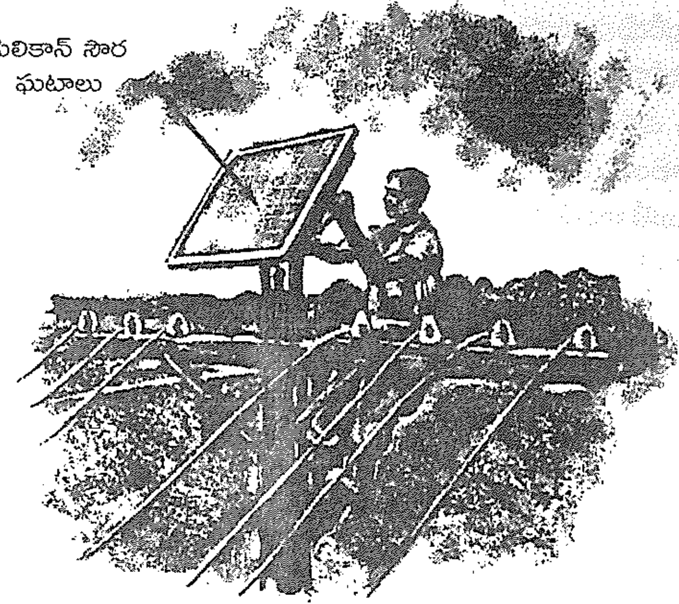
ట్రాన్సిస్టర్ల మీద పనిచేసే సాధనాలు మునుపు ఎన్నడూ ఊహించనంత చిన్న పరిమాణంలో చేయగలిగారు ఇంజనీర్లు. చిన్న చిన్న బ్యాటరీల మీద పనిచేసే పాకెట్ రేడియోలు, పాకెట్ కంప్యూటర్లు సాధ్యమయ్యాయి. ఎందుకంటే శూన్య నాళాల కన్నా ట్రాన్సిస్టర్లు చాలా తక్కువ విద్యుత్తుని తీసుకునేవి.

1950ల కల్లా ఈ ట్రాన్సిస్టర్లు శాస్త్రవేత్తల దృష్టిని పూర్తిగా ఆకట్టుకున్నాయి. ట్రాన్సిస్టర్లని నిర్మించే పదార్థాల్లో సిలికాన్ ఒకటి. ఇది చాలా సహజమైన, సర్వసామాన్యమైన పదార్థం. భూమి మీద రెండవ అత్యంత విరివిగా దొరికే పదార్థం.

మనచుట్టూ కనిపించే రాళ్లు, ఇసుకలలో నాలుగోవంతు సిలికానే ఉంటుంది.

1954లో బెల్ టెలిఫోన్ సంస్థలో (ట్రాన్సిస్టర్‌ని కనుక్కున్నది ఇక్కడే) శాస్త్రవేత్తలు సిలికాన్‌తో మరింత మెరుగైన ట్రాన్సిస్టర్లని తయారు చెయ్యడానికి ప్రయత్నిస్తున్నారు. ఆ ప్రయత్నంలో సిలికాన్ మీద కాంతిపడితే విద్యుత్ పుడుతుందని కేవలం యాదృచ్ఛికంగా కనుక్కున్నారు.






బెల్ కంపెనీ రూపొందించిన సౌర బ్యాటరీ

సిలీనియం కన్నా సిలికాన్ చాలా బాగా పనిచేసింది. సిలికాన్ మీద పడ్డ సూర్యకాంతిలో ఇంచుమించు 4 శాతం శక్తి విద్యుత్తుగా మారింది. అంటే సిలీనియం కన్నా ఇది ఇంచుమించు 5 రెట్లు సమర్థవంతమైనది అన్నమాట.

శాస్త్రవేత్తలు సిలికాన్ మీద ఇంకా పనిచేసి, దానికి ఇతర పదార్థాలు కొద్ది కొద్దిగా కలిపి, సూర్యరశ్మిలో 16 శాతం శక్తిని విద్యుత్తుగా మార్చగలిగే సిలికాన్ మిశ్రమాన్ని తయారు చెయ్యగలిగారు.

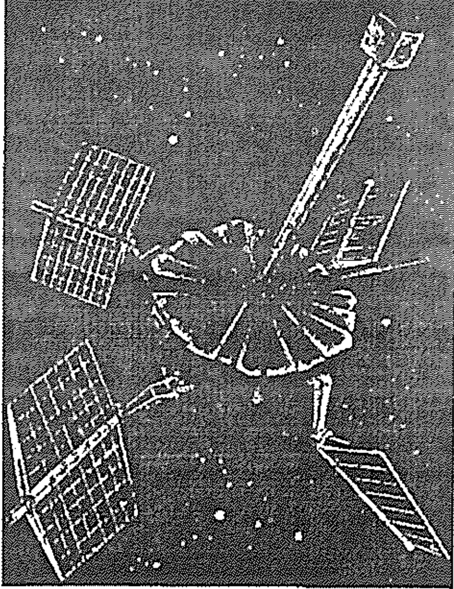
కాని ఇక్కడ ఒక చిన్న తిరకాసు ఉంది.

ప్రపంచంలోని ఇసుకలోను, రాయిలోను నాలుగో వంతు సిలికానే ఉన్నా ఆ సిలికాన్ ఆక్సిజన్‌తో సంయోగం చెంది ఉంటుంది. సిలికాన్‌ని, ఆక్సిజన్‌ని వేరు చెయ్యడం చాలా కష్టతరమైన పని. వ్యయ ప్రయాసలతో కూడుకున్నది.

ఆ విధంగా తయారైన సిలికాన్ చాలా ఖరీదైనదై ఉండేది. ఘనాకారంలో సిలికాన్ దొరికినా, దాన్ని సన్నని పొరలుగా మలచాల్సి ఉంటుంది. అంటే దానికి కచ్చితమైన మోతాదులో కాలుష్యాలు కలపాల్సి ఉంటుంది. అంటే

ఇంకా ఖరీదు అన్నమాట. ఇవన్నీ ఇలా ఉండగా ఒక ఏకైక సౌరవిద్యుత్ ఘటం, సిలీనియం కన్నా మెరుగే అయినా, చాలా కొద్దిపాటి విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని మాత్రమే ఉత్పన్నం చేస్తుంది. సామాన్య అవసరాలకి సరిపడేటంత విద్యుత్తుని పుట్టించాలంటే పెద్ద సంఖ్యలో సౌరఘటాలు పనిచేయాల్సి ఉంటుంది.

అయితే అంతరిక్ష యానంలో సిలికాన్ సౌరఘటాలు అత్యంత విలువైనవని తేలింది.



**సౌరశక్తిని గ్రహించే ఘటాలతో ఒక ఉపగ్రహం**

1957 నుండి రష్యా, అమెరికాలు కృత్రిమ ఉపగ్రహాలని భూమి చుట్టూ కక్ష్యలోకి పంపసాగాయి. అనతి కాలంలోనే చంద్రుడికి, ఇతర గ్రహాలకి (వీటిలో భూమి నుండి 80 కోట్ల మైళ్ల దూరంలో ఉన్న శనిగ్రహం కూడా ఉంది) అంతరిక్ష నౌకలు పంపసాగారు.

ఈ ఉపగ్రహాల్లో భూమితో సంబంధాలు పెట్టుకునే ఉపకరణాలు పనిచెయ్యడానికి విద్యుత్తు కావాలి. ఆ శక్తి మూలం చాలా తేలిగ్గా ఉండాలి, ఎలాంటి ప్రాంతంలోనైనా, ఎన్నాళ్ళయినా ఆగకుండా పనిచెయ్యాలి.



సరిగ్గా అలాంటి అవసరాన్ని తీర్చడానికే సౌర ఘటాలు పుట్టినట్టయ్యింది. అమెరికా ఈ ఘటాలని తన ఉపగ్రహాల్లో వాడుకుంది. అవి చాలా చక్కగా పనిచేశాయి.

ఎందుకనంటే ఉపగ్రహాల పనికి ఎక్కువ విద్యుత్తు అవసరం లేదు. మరో విషయం ఏంటంటే అంత బాగా పనిచెయ్యగల విద్యుత్ ఘటం మరొకటి లేదు. అంతరిక్షం మాట ఎలా ఉన్నా భూమి మీద మాత్రం పరిస్థితులు వేరుగా ఉన్నాయి. ఇక్కడ పోటీకి సౌర ఘటాలు తట్టుకోలేకపోయాయి. ఇతర పద్ధతుల్లో విద్యుత్తు చాలా చవకగా ఉత్పన్నమయ్యేది. 1960, 1970లలో కూడా సూర్యరశ్మి నుండి విద్యుత్తును తయారుచేసే ప్రయత్నం ఓ కలలాగానే మిగిలిపోయింది.

# 6. ఎడారులు - అంతరిక్షం

1980ల ఆరంభంలో పరిస్థితుల్లో రెండు రకాల మార్పులు రాసాగాయి.

మొదటి మార్పు చమురు, మొదలైన సాంప్రదాయక శక్తి వనరుల అవసరం, ఆ కారణంచేత వెల, పెరుగుతూ రావడం.

రెండవ మార్పు శాస్త్రవేత్తలు మరింత మేలైన సిలికాన్ ఘటాలని మరింత చవకగా తయారుచెయ్యడం ఎలాగో కనుక్కోవడం. ఒక్క ఇరవై ఏళ్లలో ఒక్క డాలర్ పెట్టి కొనుక్కోదగ్గ సౌర ఘట విద్యుత్తు మోతాదు రెండువందల రెట్లు పెరిగింది. అయినా కూడా అలాంటి విద్యుత్తు, ఇంధనాన్ని మండించి పుట్టించిన విద్యుత్తు కన్నా వందలాది రెట్లు ఎక్కువ ఖరీదు. కాని సౌర విద్యుత్తు ఖరీదు తగ్గే అవకాశం ఉంది. అదే విధంగా ఇంధనాలు మండించి పుట్టించే విద్యుత్తు ఖరీదు పెరిగే అవకాశం ఎక్కువ. ఏదో ఒకనాటికి పూర్తిగా సౌర ఘటాల మీద ఆధారపడే రోజు తప్పక వస్తుంది.

అయితే సూర్యరశ్మిలో అపారమైన శక్తి ఉన్నా ఆ శక్తంతా విస్తృతమైన వైశాల్యం మీద విస్తరించి ఉంది. చమురుతో పోలిస్తే సూర్యరశ్మితో అదే పెద్ద ఇబ్బంది.

ఇంధనం నుండి పెద్ద ఎత్తున శక్తి కావాలంటే ఎక్కువ పరిమాణంలో బొగ్గునో, వంట చెరకునో, చమురునో ఒక చోట పోగుచేసుకోవచ్చు. కాని సూర్యరశ్మి విషయంలో అలా జరగదు. పెద్ద విస్తీర్ణత గల ప్రాంతం మీద ఉపకరణాల సహాయంతో సౌరశక్తిని సేకరించాలి.





**ఎడారిలోని ఒక సౌరకేంద్రంలో అద్దాలు**

అమెరికా దేశం సమస్తానికి సరిపోయినంత సౌర విద్యుత్ కావాలంటే కొన్ని వేల చదరపు మైళ్లు గల భూమి కావాలి. మొత్తం ప్రపంచానికి అవసరమైనంత విద్యుత్తు ఉత్పత్తి చెయ్యడానికి పదివేల చదరపు మైళ్ళు దొరికితే చాలు అంటారు.

అదృష్టవశాత్తు ఆ మాత్రం భూమి మనకుంది. నిండా ఎండకాసే కోట్ల చదరపు మైళ్ల ఎడారి భూములు ఉన్నాయి. ఆ భూములు మామూలుగా ఎందుకూ పనికిరాని భూములు. అమెరికా దేశం అంత వైశాల్యం ఉన్న సహారా ఎడారి ఉంది. అలాగే సౌదీ అరేబియాలోను, ఇరాన్‌లోను, పశ్చిమ ఆస్ట్రేలియాలోను, అమెరికా నైరుతి భాగంలోను ఇలా ఎన్నోచోట్ల సువిస్తారమైన ఎడారులు ఉన్నాయి.

అయినా కూడా అంత విస్తారమైన భూములని సౌరఘటాలతో కప్పాలంటే చాలా ఖర్చు, కాలం, శ్రమ అవసరమవుతాయి. అలాంటి ప్రాంతాలని క్రూర మృగాల నుండి, తీవ్రవాదుల నుండి, దొంగల నుండి, దుమారాలు, తుఫానులు మొదలైన ప్రకృతి సహజమైన ఉపద్రవాల నుండి రక్షించాలి.

మరో విషయం ఏమిటంటే భూమి మీద ఉంటూ సూర్యరశ్మిని గ్రహించాలంటే కొన్ని సమస్యలు ఉన్నాయి. కొన్ని పరిస్థితుల్లో సూర్యుడు మరుగవుతాడు. ఇసుక దుమారాలు సౌరఘటాలని ధ్వంసం చెయ్యడమే కాదు, సూర్యకిరణాలకీ అడ్డుపడతాయి కూడా. మేఘాలు, పొగ, మంచు, పొగమంచు అన్నీ సూర్యరశ్మిని అరికట్టి సౌరవిద్యుత్తు ఉత్పత్తిని తగ్గిస్తాయి.

వేడెక్కిన ఎడారి భూముల్లో మేఘాల సమస్య ఉండదు. ఇసుక దుమారాలు కూడా అంత తరచుగా రాకపోవచ్చు. ఏడాదిలో అధికభాగం వినీలాకాశాలు, ఎడతెరిపిలేని ఎండ దొరుకుతుందని అనుకోవచ్చు.

అయితే ఏ అవరోధాలూ లేని వాతావరణంలోని గాలి కూడా కొంత సూర్యరశ్మిని గ్రహిస్తుంది. సూర్యుడు నడినెత్తిన ఉన్నప్పుడు పెద్దగా కాంతి నష్టం కాకపోవచ్చు కాని సూర్యుడు దిక్చక్రానికి సమీపంలో ఉన్నప్పుడు సూర్యకాంతి దట్టమైన గాలిపొరని దాటుకుని నేలమీదపడాల్సి ఉంటుంది. ఇక రాత్రిళ్లు అయితే సూర్యుడి జాడే ఉండదు.

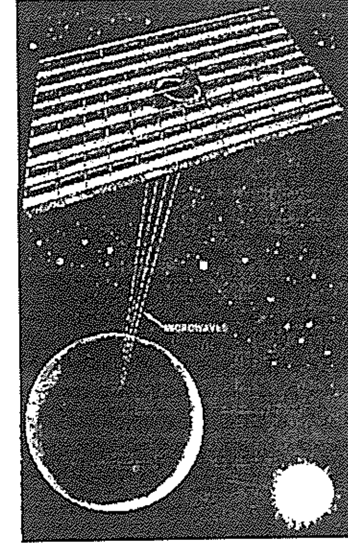
అంటే మధ్యాహ్న సమయంలో కొద్ది గంటల పాటు సూర్యరశ్మి నుండి విద్యుత్తు ఉత్పన్నం అవుతుందన్నమాట. ఈ పరిస్థితిని ఇంకా మెరుగుపరచడం ఎలా?

కొన్ని పరిష్కారాలు ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి సరిగ్గా భూమధ్య రేఖకి పైగా అంతరిక్షంలో ఓ పెద్ద సౌరఘటాల జాలాన్ని ఏర్పాటు చేస్తే? అలాంటి అంతరిక్ష సౌరవిద్యుత్తు కేంద్రాన్ని భూమికి 22,000 వేల మైళ్ల ఎత్తున నిలిపితే అది భూమి చుట్టూ ఇరవై నాలుగు గంటలకి ఒకసారి ప్రదక్షిణ చేస్తూ ఉంటుంది. భూమి కూడా ఇరవై నాలుగు గంటలకి ఒకసారి తన చుట్టూ తాను తిరుగుతుంది కాబట్టి ఈ అంతరిక్ష సౌర విద్యుత్తు కేంద్రానికి సరిగ్గా అడుగున ఉన్నవారికి ఎల్లవేళలా అది నడినెత్తిన వున్నట్టు కనిపిస్తుంది.

అలాంటి అంతరిక్ష సౌర విద్యుత్తు కేంద్రం ఎల్లవేళలా ఎండలోనే ఉంటుంది. భూమి వెనక్కు వెళ్లినా భూమి అక్షం కాస్త వాలుగా ఉంటుంది కాబట్టి, ఆ కేంద్రం చాలా ఎత్తుగా ఉంటుంది కాబట్టి దానిమీద భూమి నీడ పడదు. రెండు విషువత్తుల (equinoxes) సమీపకాలంలో (మార్చ్ 20, సెప్టెంబర్ 23) మాత్రమే ఆ అంతరిక్ష సౌర విద్యుత్తు కేంద్రం రాత్రివేళ కొద్ది గంటలపాటు నీడలో ఉంటుంది. అంటే ఏడాదిలో ఆ అంతరిక్ష సౌర విద్యుత్తు కేంద్రం రెండు శాతం సమయంలో మాత్రమే నీడలో ఉంటుంది అన్నమాట.

మరో ముఖ్యమైన విషయం ఏంటంటే అంతరిక్షంలో గాలి ఉండదు కాబట్టి అది కాంతిని హరించదు. సౌరఘటాలని ధ్వంసం చెయ్యడానికి క్రూరమృగాలు,

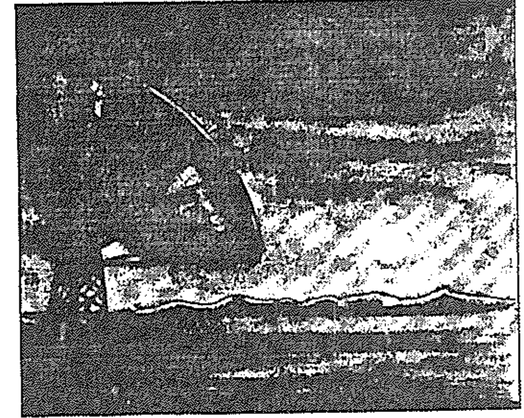





అంతరిక్ష సౌర విద్యుత్ కేంద్రం

దొంగలు ఉండరు. వాటికి హాని చెయ్యగలిగే అంశం ఒక్కటే – ఉల్కలు. అవి కూడా అరుదైనవే.

ఎలా చూసినా భూమి మీదకన్నా అంతరిక్షంలో అయితే సౌరఘటాలు 60 రెట్లు ఎక్కువ విద్యుత్తుని ఉత్పన్నం చేస్తాయని అంచనా.



మైక్రోవేవ్ రిసీవర్

కానీ ఆకాశంలో ఎంత విద్యుత్తు ఉత్పన్నం చేస్తే ఏం లాభం. ఆ విద్యుత్తుని భూమికి తెచ్చేదెలా? ఒక పరిష్కారం ఏమిటంటే ఆ విద్యుత్తుని మైక్రోవేవ్‌లు మార్చడం. ఈ మైక్రోవేవ్‌లుగా రాడార్ వంటి సాధనాలలో వాడే రేడియో తరంగాల వంటివి అన్నమాట. ఈ మైక్రోవేవ్‌లని భూమి మీద సరైన రిసీవర్లతో పట్టి తిరిగి విద్యుత్తుగా మార్చుకోవచ్చు. ఈ మైక్రోవేవ్‌లని సన్నని, తీక్షణమైన పుంజంగా కేంద్రీకరించవచ్చు. అలాంటి పుంజాన్ని గ్రహించడానికి మామూలు సూర్యకాంతిని గ్రహించడానికి వాడే ఉపకరణాల కన్నా చాలా చిన్న ఉపకరణాలే సరిపోతాయి.

విద్యుత్తుని మైక్రోవేవ్‌లగాను, మైక్రోవేవ్‌లని విద్యుత్తుగాను మార్చే ప్రక్రియలో కొంత శక్తి నష్టమవుతుంది. అయినా కూడా మైక్రోవేవ్‌లని గ్రహించే రిసీవర్ అంతే వైశాల్యం ఉండే సౌరఘటం కన్నా ఎక్కువ శక్తిని ఉత్పన్నం చేస్తుంది.

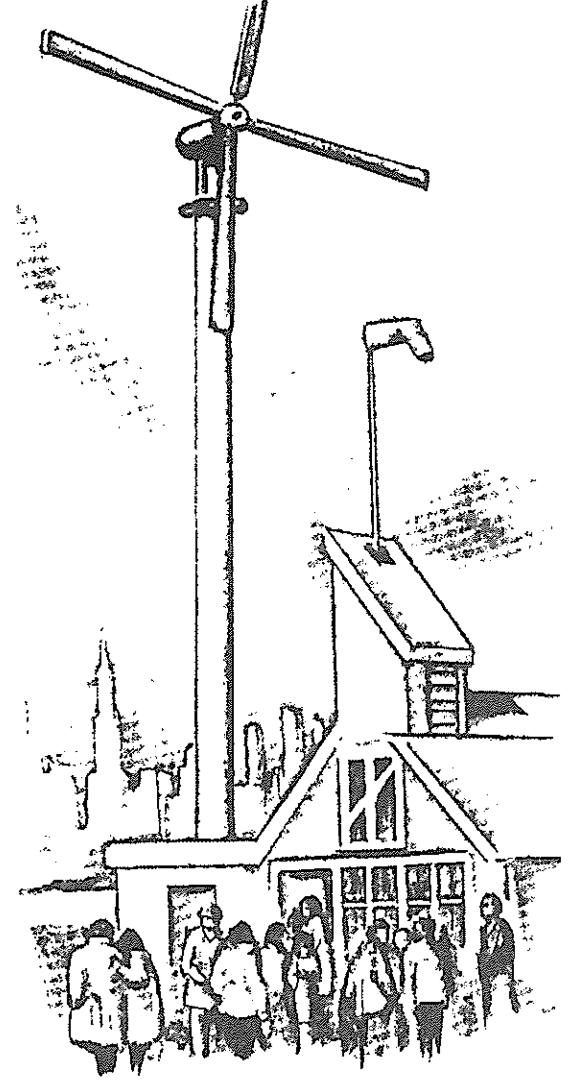
ఈ మైక్రోవేవ్‌లు ప్రమాదకరం అని కొందరు అనుకుంటారు. అయితే జనావాసం లేనిచోట ఈ మైక్రోవేవ్ రిసీవర్లని ఏర్పాటు చేసి మైక్రోవేవ్‌లని గ్రహించవచ్చు. ఈ మైక్రోవేవ్ పుంజం అవసరమైనప్పుడు పలచన అయ్యేట్టు, లేదా పూర్తిగా నిలిచిపోయేట్టు చేసుకోవచ్చు. ఉదాహరణకి అనుకోకుండా ఆ పుంజంలోకి ఓ ఎగిరే విమానం ప్రవేశించినప్పుడు అలాంటి భద్రతా చర్య అవసరమవుతుంది. ఏదేమైనా భూమి మీద శక్తి అడుగంటిపోవడం కన్నా ఈ మైక్రోవేవ్లు అంత ప్రమాదకరమైనవేమీ కావు.

అంతే కాకుండా ఆ అంతరిక్ష సౌర విద్యుత్తు కేంద్రంలో ఏవో కాసిని సౌర ఘటాలు ఉంటే సరిపోదు. ఈ కేంద్రాలకి బ్రహ్మాండమైన విస్తీర్ణం ఉండాలి. కొన్ని చదరపు మైళ్ల విస్తీర్ణం ఉండే కేంద్రాలు కావాలి. అంత పెద్ద కేంద్రాలు ఉన్నా ఒక్క కేంద్రం ఉంటే సరిపోదు. అలాంటి కేంద్రాలు డజన్ల కొద్దీ భూమధ్య రేఖ మీదుగా భూమి చుట్టూ ప్రదక్షిణలు చేస్తూ ఉండాలి.

అలాంటి కేంద్రాలని నిర్మించి, అంతరిక్షంలో నిలపాలంటే బిలియన్ల డాలర్లు ఖర్చు అవుతాయి. కాని మనుషులు అంతంత ధనాన్ని భయంకరమైన యుద్ధ యంత్రాంగం మీద వృధాగా ఖర్చు పెడతారు. భూమిమీద శాంతి



విస్తరించేట్టు చేస్తే ప్రస్తుతం తుపాకుల మీద, ట్యాంకుల మీద, యుద్ధ నౌకలు, విమానాల మీద చేసే ఖర్చును శక్తి వనరుల పెంపు మీదకి మళ్ళించి భూమి మీద శక్తి కొరతని నిర్మూలించవచ్చు.



**భవనంపై గాలిమర**

అలాగని కేవలం సౌరశక్తి మీదే ఆధారపడతాం అని కాదు. మొట్టమొదటి అంతరిక్ష సౌరవిద్యుత్తు కేంద్రాన్ని అంతరిక్షంలోకి ప్రవేశపెట్టే నాటికి శాస్త్రవేత్తలు అణుసంయోగ రహస్యాన్ని ఛేదించగలుగుతారేమో. అలాగే వాయుశక్తి, తరంగ శక్తి మొదలైన ప్రత్యామ్నాయ శక్తి రూపాలని మరింత మేలైన రీతిలో వినియోగించే పద్ధతులు కనుగొంటారేమో.

ఈ వివిధ శక్తి వనరులు అన్నిటి నుండి విద్యుత్తుని రాబట్ట గలిగినట్టయితే ఇక మనకి శక్తి కొరతే ఉండదు. అప్పుడిక నీటిని ఛేదించి హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్లుగా వేరుచేయొచ్చు.

హైడ్రోజన్ చాలా చక్కని ఇంధనం. అది మండినప్పుడు ఆక్సిజన్‌తో కలిసి మళ్ళీ నీరుగా మారుతుంది. ఈ ప్రక్రియకి కావలసిన విద్యుత్తుని సౌరశక్తి నుండి రాబట్టొచ్చు. ఇక సౌరశక్తి కొన్నికోట్ల సంవత్సరాలు తరుగులేకుండా భూమి మీదకి ప్రవహిస్తూనే ఉంటుంది.

ఇకపోతే హైడ్రోజన్ విస్ఫోటాత్మకమైనది. దాని వినియోగం ప్రమాదంతో కూడుకున్నది. హైడ్రోజన్‌ని గాల్లోని కార్బన్‌డయాక్సయిడ్‌తో కలిపి మీథేన్ అనే వాయువు తయారు చెయ్యొచ్చు. ఇది హైడ్రోజన్‌కన్నా భద్రంగా మండుతుంది. అది మండినప్పుడు దాని మూల పదార్థాలైన హైడ్రోజన్, కార్బన్‌డయాక్సయిడ్‌లని వెలువరిస్తుంది.

సౌరశక్తిని సమర్థంగా వినియోగించుకోవడానికి కావలసిన తెగువ, ధృఢనిశ్చయం, దూరదృష్టి ఉంటే మనం మన భవిష్యత్తును ఉద్దీపింప చేసుకున్నవారమవుతాం.